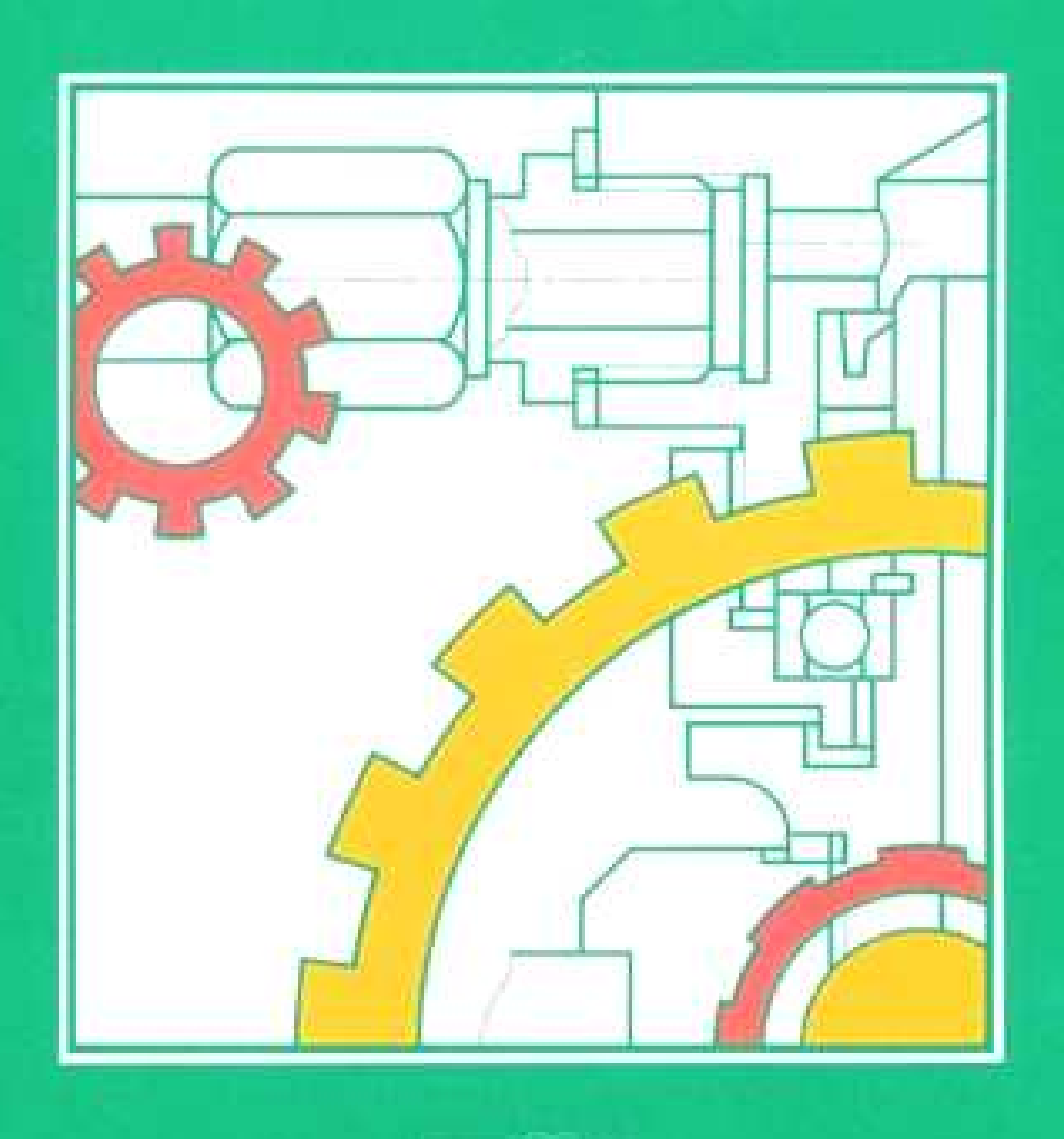
ANDRÉ RICORDEAU CLAUDE CORBET

DOSSIER DE TECHNOLOGIE DE CONSTRUCTION



CASTEILLA

ANDRÉ **RICORDEAU**

CLAUDE **CORBET**

DOSSIER DE TECHNOLOGIE DE CONSTRUCTION

C.A.P., B.E.P. et B.P. DE LA MÉCANIQUE

BACCALAURÉATS PROFESSIONNELS
LYCÉES TECHNOLOGIQUES
FORMATION CONTINUE
APPRENTISSAGE

Édition revue et corrigée
2007



CASTEILLA

Éditions CASTEILLA, 25 RUE MONGE, 75005 PARIS

Pour l'enseignement du dessin technique
les Editions Casteilla vous proposent :

- **Dessin de construction en ouvrages et structures métalliques**
  C. Corbet
- **Mémotech Dessin technique** - *C. Hazard*
- **Mémotech Plus Conception et dessin**
  C. Barlier, R. Bourgeois
- **Méthode active de dessin technique**
  A. Ricordeau, C. Corbet, C. Hazard
- **Cahiers d'exercices rapides de dessin industriel** - *A. Ricordeau*
  - n° 1 : Généralités
  - n° 2 : Mécanique
  - n° 3 : Menuiserie
  - n° 4 : Cotation fonctionnelle
  - n° 5 : Éléments de liaison
- **Exercices rapides de dessin avec le logiciel Solidworks 2001**
  A. Lestrelin
- **Code élémentaire du dessin technique** - *A. Ricordeau*
- **Initiation au dessin technique** - *A. Ricordeau*
- **Premières notions de dessin technique** - *A. Ricordeau*
  Mécanique, schémas d'électricité, travail du bois, bâtiment, dessin et construction de vêtements
- **Lire le dessin technique** - *C. Blin, B. Duron*
- **Génie civil - Dessin de bâtiment** - *C. Blanchet, J. Blouin*

A Mesdames et Messieurs les professeurs

Le **CORRIGE**
des exercices du **Dossier de technologie de construction**
est disponible aux éditions Casteilla
(Code article : TCONC)

I.S.B.N. 978-2-7135-2933-7

A MM. LES PROFESSEURS

L'ouvrage que nous vous présentons donne la possibilité d'enseigner la technologie de construction au cours de séances de dessin sans empiéter exagérément sur le temps indispensable à l'analyse des mécanismes technologiques et à l'exécution graphique.

La constitution d'un DOSSIER DE TECHNOLOGIE DE CONSTRUCTION par l'élève, jeune technicien, du début à la fin de sa scolarité, évite à coup sûr les leçons répétées inutilement et facilite les consultations continuelles nécessaires en dessin technique.

L'analyse de certains mécanismes s'effectue uniquement sur des schémas technologiques (exemples : variateurs, boîtes de vitesse, freins...). Il est souhaitable, pour compléter ces études, de présenter aux élèves des dessins de réalisations techniques. Ces documents, plus concrets, peuvent être des tirages ou des projections (projections de diapositives ou projections au rétroprojecteur). Bien entendu, le contact de l'élève avec l'objet réel sera recherché toutes les fois que cela sera possible. L'utilisation de maquettes est également souhaitée.

L'ordre des leçons que nous vous proposons n'est absolument pas impératif.

L'étude d'un chapitre interviendra à l'occasion de l'analyse d'un ensemble. Le chapitre sera alors traité totalement ou partiellement. De nombreux chapitres peuvent faire l'objet, en dehors de la classe, d'une recherche individuelle ou collective, soit pour terminer une étude commencée, soit pour préparer une étude à venir.

Toutes les fois que cela sera possible, l'élève, jeune technicien, étudiera une liaison mécanique de base en complétant : un graphe, un élément de circuit ou un tableau des libertés. En vous reportant aux pages 8 et 9, vous trouverez des exemples illustrant la manière de les compléter. Nous pensons que cette méthode d'analyser est logique, simple et rapide : il suffit d'entourer les éléments qui conviennent.

Les informations de cet ouvrage sont complétées par de nombreuses données contenues dans la METHODE ACTIVE DE DESSIN TECHNIQUE (même éditeur).

Un élève n'a pas toujours le même professeur de dessin pendant tout son cursus scolaire : le **répertoire des acquisitions**, page 158, donne au professeur le moyen de recenser avec précision, au début de l'année scolaire, les connaissances précédemment acquises par ses nouveaux élèves. De plus, ce répertoire sera pour l'élève l'outil facilitant les recherches pour les révisions ou tout simplement pour faire le point.

Les auteurs

Le contenu de ce "Dossier de Technologie de Construction" constitue la base des connaissances qu'un élève ou un étudiant de l'enseignement technique doit avoir acquise à la fin de sa formation première.

Il est souhaitable, afin de faciliter la liaison enseignement-vie professionnelle, de mettre en contact, chaque fois que cela est possible, le jeune technicien avec des catalogues ou des documents de fabricants.

TABLE DES CHAPITRES

CLASSEMENT ALPHABÉTIQUE

AVERTISSEMENT CONCERNANT LES LIAISONS

L'apprentissage des caractéristiques d'une liaison mécanique de base présente des difficultés pour les futurs techniciens qui n'ont pas encore acquis une culture générale technologique.
Un vocabulaire mnémotechnique simplifié, développé dans cette page et progressivement pour chacune des liaisons, permet de faciliter ces acquisitions.

LIAISON COMPLÈTE (C)

La liaison est complète lorsqu'aucun mouvement relatif entre les pièces liées n'est possible.

Exemples :

A - B - C - D

LIAISON PARTIELLE ($\overline{C}$)

La liaison est partielle lorsque, dans une direction au moins, un mouvement relatif entre les pièces liées est possible.

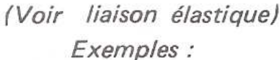
Exemples :

E - F

LIAISON RIGIDE (r)

La liaison est rigide lorsqu'elle n'est élastique dans aucune direction.

(Voir liaison élastique)



Exemples :

A - B - C - D - E

LIAISON ÉLASTIQUE ($\overline{r}$)

La liaison est élastique lorsque, dans une direction au moins, le déplacement provoque, directement ou indirectement, la déformation d'un élément élastique.

Exemple :

F

LIAISON DÉMONTABLE (dé)

La liaison est démontable lorsqu'il est possible de supprimer la liaison sans provoquer la détérioration des pièces liées ou des éléments de liaison.

Exemples :

C - D - E - F

LIAISON NON DÉMONTABLE ($\overline{dé}$)

La liaison est non démontable lorsqu'il n'est pas possible de supprimer la liaison sans provoquer la détérioration des pièces liées ou des éléments de liaison.

Exemples :

A - B

LIAISON PAR ADHÉRENCE (a)

La liaison est «par adhérence» lorsqu'un phénomène d'adhérence s'oppose à la suppression de la liaison.

Exemples :

C - D

LIAISON PAR OBSTACLE ($\overline{a}$)

La liaison est par obstacle lorsque la rupture d'un obstacle est nécessaire pour supprimer la liaison.

Nous dirons également que la liaison est par obstacle lorsqu'elle n'est pas par adhérence.

Exemples :

A - B

LIAISON ($\overline{a}$ ou a) DIRECTE (di)

La liaison par obstacle ou par adhérence est directe lorsque la forme des pièces liées participe directement à la liaison.

Exemples :

B : *Liaison par obstacle, directe*
D : *Liaison par adhérence, directe*

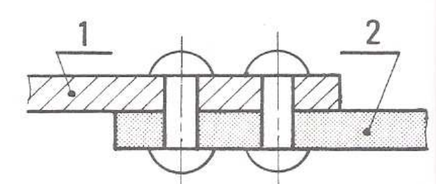
LIAISON ($\overline{a}$ ou a) INDIRECTE ($\overline{di}$)

La liaison par obstacle ou par adhérence est indirecte lorsqu'elle nécessite un élément ou un ensemble d'éléments intermédiaires pour assurer la liaison.

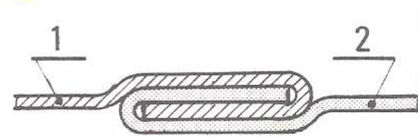
Exemples :

A : *Liaison par obstacle, indirecte*
C : *Liaison par adhérence, indirecte*

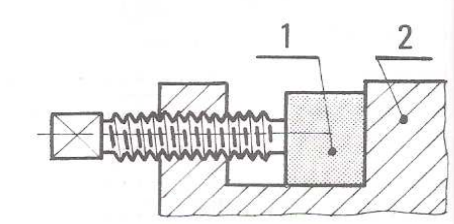
(A) : Pièces rivées



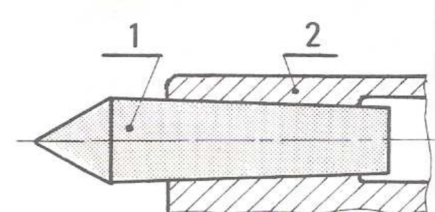
(B) : Pièces serties



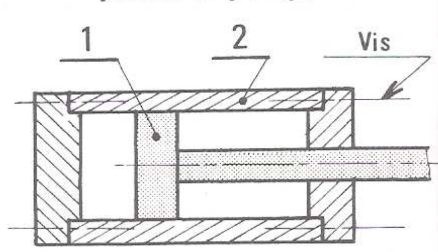
(C) : Outil sur porte-outil



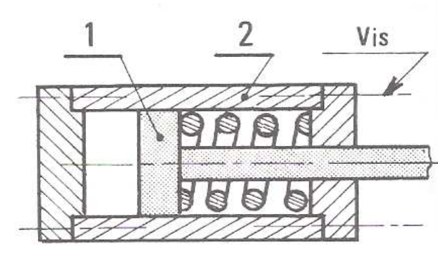
(D) : Contrepointe et poupée mobile de tour



(E) : Cylindre et piston de pompe



(F) : Cylindre et piston avec ressort de rappel



VOCABULAIRE

1 - ÉLÉMENTS

ÉLÉMENTS DE LA FONCTION D'UN ORGANE DE FIXATION.
ÉLÉMENTS DU CARACTÈRE D'UNE LIAISON.

- c : Liaison complète
- $\overline{c}$: Liaison partielle (non complète)
- r : Liaison rigide
- $\overline{r}$: Liaison élastique (non rigide)
- dé : Liaison démontable
- $\overline{dé}$: Liaison permanente (non démontable)
- a : Liaison par adhérence
- $\overline{a}$: Liaison par obstacle (non adhérence)
- di : Liaison directe (sans élément rapporté)
- $\overline{di}$: Liaison indirecte avec élément(s) rapporté(s) .

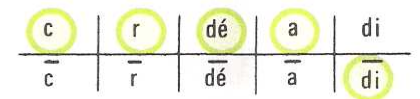
Une liaison peut être également : réglable **(ré)** ou non réglable **($\overline{ré}$)**.

2 - GRAPHE D'UNE FONCTION

Énoncé et graphe de la fonction d'un organe de fixation.

Exemple : Vis de pression.

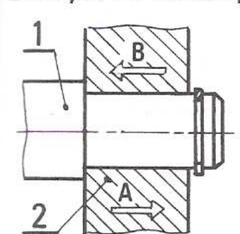
- Établir entre (1) et (2) une liaison :



Pour compléter les graphes :
entourez les éléments qui caractérisent la fonction ou la liaison.

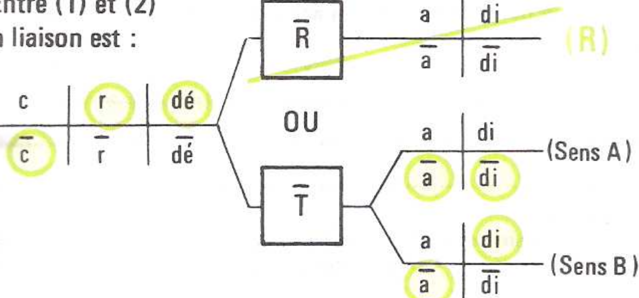
3 - GRAPHE DU CARACTÈRE D'UNE LIAISON

Exemple 1 : Liaison par obstacle.

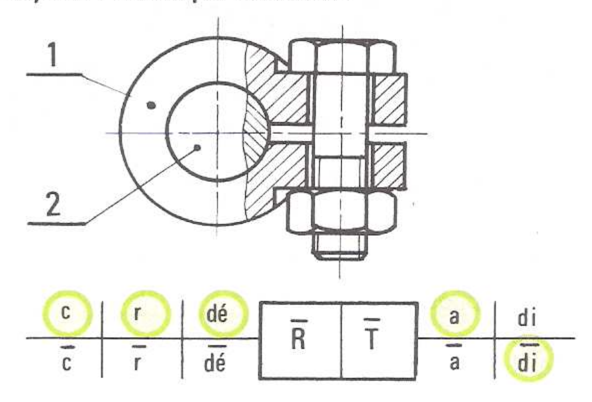


Le graphe ci-dessous est identique pour les liaisons $R\overline{T}$ et $\overline{R}T$ (pivot et glissière). Au moment de remplir le graphe, le choix offert entre $\overline{R}$ ou $\overline{T}$ oblige l'élève à plus de réflexion.
Il est possible ensuite, de compléter le graphe en faisant rayer la liaison non utilisée : celle-ci devient alors une liberté (R) ou (T).

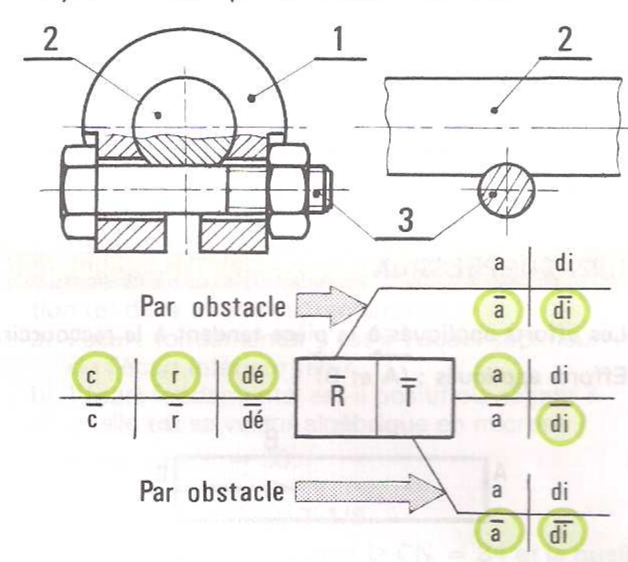
Entre (1) et (2) la liaison est :



Exemple 2 : liaison par adhérence.

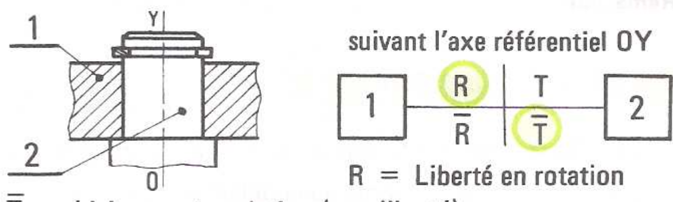


Exemple 3 : Liaison par adhérence et obstacle.



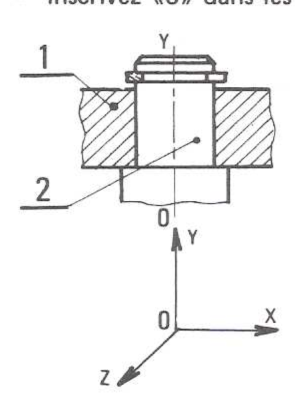
4 - ÉLÉMENT DE CIRCUIT

Pour compléter les éléments de circuit : entourez les conditions (liberté-liaison) assurées par la partie d'ensemble étudiée.



5 - TABLEAU DES LIBERTÉS

Pour comprendre ou compléter les tableaux des libertés :
- inscrivez «1» dans les cases où il y a liberté,
- inscrivez «0» dans les cases où il y a liaison.



R			T		
R_X	R_Y	R_Z	T_X	T_Y	T_Z
0	1	0	0	0	0

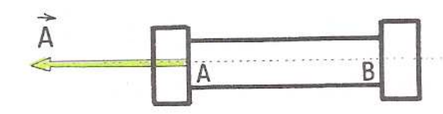
Rx = 0 : rotation impossible autour de l'axe référentiel OX.

Ry = 1: rotation possible autour de l'axe référentiel OY.

1. LES CONTRAINTES LES EFFORTS APPLIQUÉS

1/01 - EXTENSION

– Les efforts appliqués à la pièce tendent à l'allonger.
– Efforts appliqués : ($\vec{A}$ et $\vec{B}$)

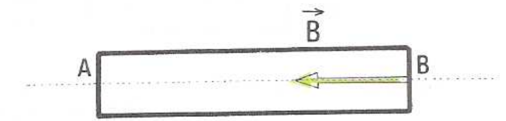


Exemples :

☐ ....
....
....

1/02 - COMPRESSION

– Les efforts appliqués à la pièce tendent à la raccourcir.
– Efforts appliqués : ($\vec{A}$ et $\vec{B}$)



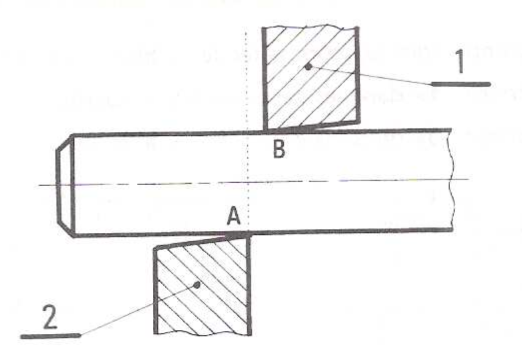
Exemples :

☐ ....
....
....

Remarque : Si la pièce est longue, il y a risque de «flambage».

1/03 - CISAILLEMENT

– Les efforts tranchants appliqués à la pièce provoquent dans la section qui s'oppose au cisaillement, un glissement entre les molécules.
– Efforts tranchants appliqués : ($\vec{A}$ et $\vec{B}$)

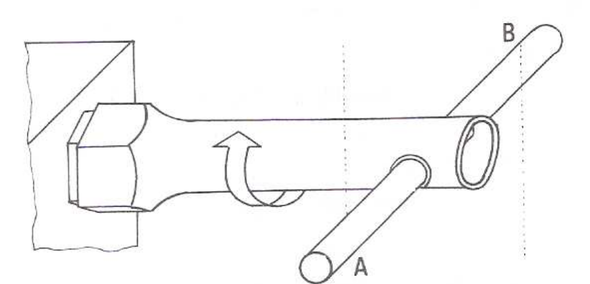


Exemples :

☐ ....
....
....

1/04 - TORSION

– La pièce est soumise à l'action d'un couple (deux forces parallèles, égales et de sens contraire).
– Efforts appliqués à l'extrémité de la clé à tube ($\vec{A}$ et $\vec{B}$) formant un couple.



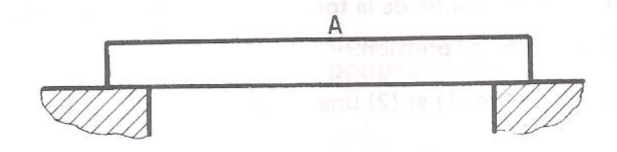
Exemples :

☐ ....
....
....

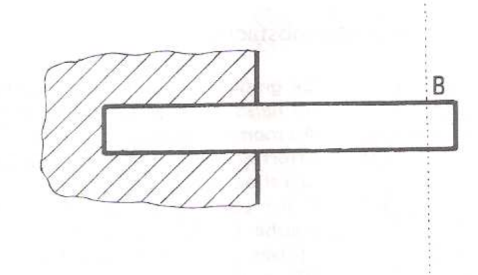
1/05 - FLEXION

– L'effort appliqué à la pièce tend à la faire fléchir.

- **La pièce repose sur deux appuis.**
  Effort appliqué : ($\vec{A}$)



- **La pièce est encastrée.**
  Effort appliqué : ($\vec{B}$)



Nota : ne pas représenter les actions de contact aux appuis.

Exemples :

☐ ....
....
....

Constation :
Une règle plate soumise à une contrainte de flexion résiste différemment selon que l'effort appliqué agisse sur le plat ou sur le champ.

2. COTES TOLÉRANCÉES

2/01 - NÉCESSITÉ DES TOLÉRANCES

L'impossibilité de réaliser une cote rigoureusement exacte par suite des imperfections des machines et des instruments de mesure, de l'usure des outils, oblige le constructeur à fixer les limites entre lesquelles la cote devra être réalisée. La distance entre ces limites est appelée « tolérance ».

2/02 - ÉLÉMENTS DU TOLÉRANCEMENT

Voir Méthode Active - chapitre T1/1

2/03 - INSCRIPTION DES TOLÉRANCES

□ **Tolérances chiffrées**

1) Inscrire après la cote nominale la valeur des écarts en plaçant toujours l'écart supérieur au-dessus.
2) Les écarts sont inscrits dans la même unité que la cote nominale ; c'est-à-dire en millimètres.
3) Ne pas mettre de signe lorsque l'écart est nul.
4) Lorsque la tolérance est répartie symétriquement par rapport à la cote nominale, ne donner qu'un écart précédé du signe ± (plus ou moins).

Exemples : $34^{+0,02}_{-0,05}$ $45^{+0,15}_{0}$ $63 \pm 0,37$

□ **Tolérances données par symbole ISO**

La cote nominale est suivie d'une lettre et d'un chiffre ; il faut consulter un tableau pour connaître les écarts.

Exemples : 18 H 7 36 h 6 15 g 7

2/04 - DÉFINISSEZ LES ÉLÉMENTS CI-DESSOUS

□ Cote nominale CN = ...
□ Écart supérieur es = ...
□ Écart inférieur ei = ...
□ Cote max = ... = ...
□ Cote min = ... = ...
□ Intervallle de tolérance (IT)
IT = ... = ...

Échelle 1:2

□ Cote nominale CN = ...
□ Écart supérieur ES = ...
□ Écart inférieur EI = ...
□ Cote max = ... = ...
□ Cote min = ... = .
□ Intervalle de tolérance (IT)
IT = ... = ...

2/05 - COTES TOLÉRANCÉES - SYSTÈME ISO

Voir Méthode Active - chapitre T 1/2 - T 1/3

2/06 - COMMENT RECHERCHER LES ÉCARTS

Note : Les tableaux cités ci-dessous sont à consulter sur la Méthode Active de Dessin Technique.

□ RECHERCHE EN UTILISANT LE TABLEAU T 1/7

C'est le moyen le plus rapide de recherche. Le tableau donne directement les écarts de la cote tolérancée.

□ RECHERCHE EN UTILISANT LES TABLEAUX

T 1/4 - T 1/5 - T 1/6 et une équation du chap. T 1/3

Exemple : cote tolérancée 34 e 8.

① **La lecture de la cote nous apprend :**

34 : cote nominale (CN)
e : position de la tolérance d'un arbre
8 : qualité de la tolérance.

② **Consulter le tableau T 1/5**

Sur ce tableau, connaissant la CN = 34 et la position (e) de la tolérance, rechercher :

a) l'écart fondamental ; est-il l'écart supérieur (es) ou l'écart inférieur (ei) ?
b) l'écart fondamental est-il positif ou négatif ?
c) quelle est sa valeur algébrique en microns ?

Réponse : es = — 50.

③ **Consulter le tableau T 1/6**

Sur ce tableau, connaissant la CN = 34 et la qualité (8) de la tolérance, rechercher la valeur de cette tolérance en microns.

Réponse : intervalle de tolérance (IT) = 39.

④ **Calculer l'autre écart (ei) ; consulter le chapitre T 1/3**

ei = es — IT
ei = (— 50) — (+ 39) ei = — 89

⑤ **La cote tolérancée peut s'écrire :**

34 e 8 ou $34^{-0,050}_{-0,089}$

2/07 - EXERCICES - Rechercher les écarts

A Cote tolérancée : 19 k 5

- Écart fondamental, sup/inf, son signe et sa valeur :

□ . . . .

- Intervalle de tolérance (IT) :

□ . . . .

- Calcul de l'autre écart :

□ . . . .

B Cote tolérancée : 67 H 7

- Écart fondamental (sup/inf), son signe et sa valeur :

□ . . . .

- Intervalle de tolérance (IT) :

□ . . . .

- Calcul de l'autre écart :

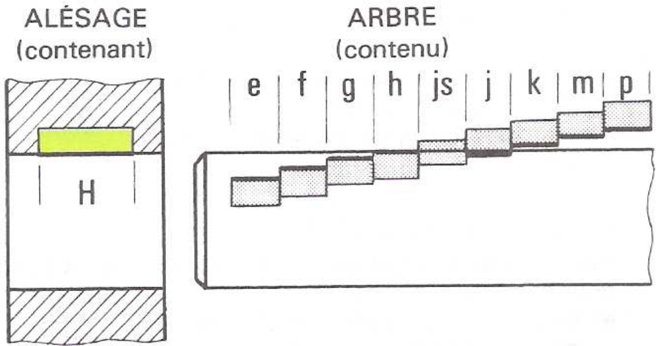
□ . . . .

3. LES AJUSTEMENTS
ET LA COTATION FONCTIONNELLE

3/01 - LES SYSTÈMES D'AJUSTEMENT

□ SYSTÈME À ALÉSAGE NORMAL

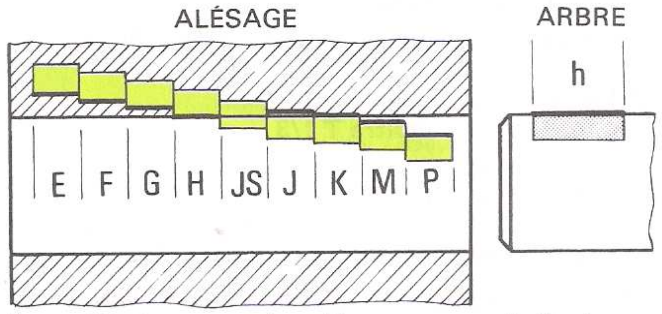
Ce système est à employer de préférence.
L'alésage est tolérancé (H), le choix de la tolérance de l'arbre permet d'obtenir l'ajustement souhaité.
Exemples : H8/f7 - H7/h6 - H9/e9



Les tolérances pour les arbres ne se limitent pas à cette liste.

□ SYSTÈME À ARBRE NORMAL

L'arbre est tolérancé (h), le choix de la tolérance de l'alésage permet d'obtenir l'ajustement souhaité.
Exemples : P7/h6 - M7/h7 - JS9/h8



Les tolérances pour les alésages ne se limitent pas à cette liste.

3/02 - CHOIX DES TOLÉRANCES

EN FONCTION DU SYSTÈME D'AJUSTEMENT
Voir Méthode Active - chapitre T3.

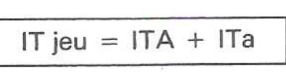
3/03 - TABLEAU DES ÉCARTS

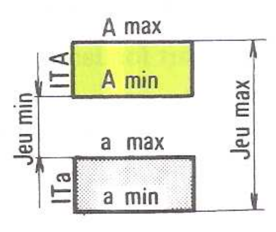
Voir Méthode Active - chapitre T 1/7

3/04 - TOLÉRANCE D'UN JEU

L'intervalle de tolérance d'un jeu (IT jeu) est égal à la somme des intervalles de tolérance de l'alésage (ITA) et de l'arbre (ITa).

IT jeu = jeu max — jeu min

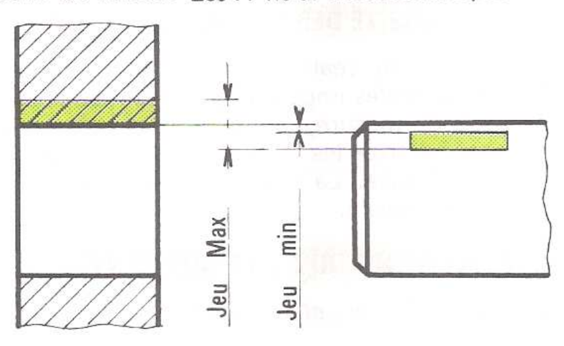




3/05 - AJUSTEMENT AVEC JEU

Exemple : H7 - f7

La cote effective de l'alésage est toujours supérieure à la cote effective de l'arbre. Les IT ne se chevauchent pas.

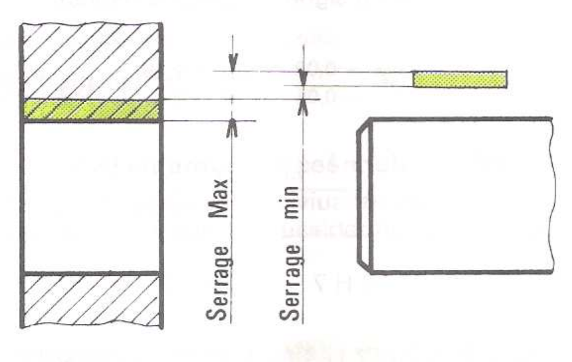


□ Jeu Max = Alés. Max — arbre min
□ Jeu min = Alés. min — arbre Max
□ IT jeu = ITA + ITa

3/06 - AJUSTEMENT AVEC SERRAGE

Exemple : H7 - p6

La cote effective de l'arbre est toujours supérieure à la cote effective de l'alésage. Les IT ne se chevauchent pas.

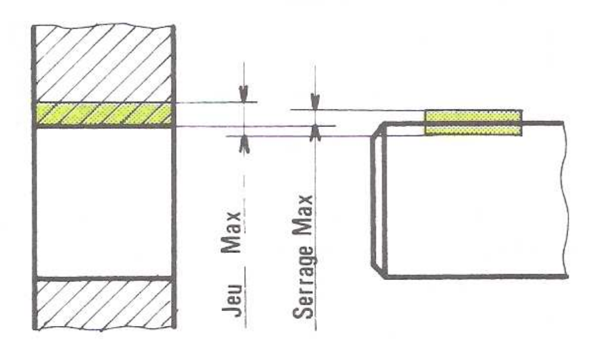


□ Serrage Max = ...
□ Serrage min = ...
□ IT serrage = ITA + ITa

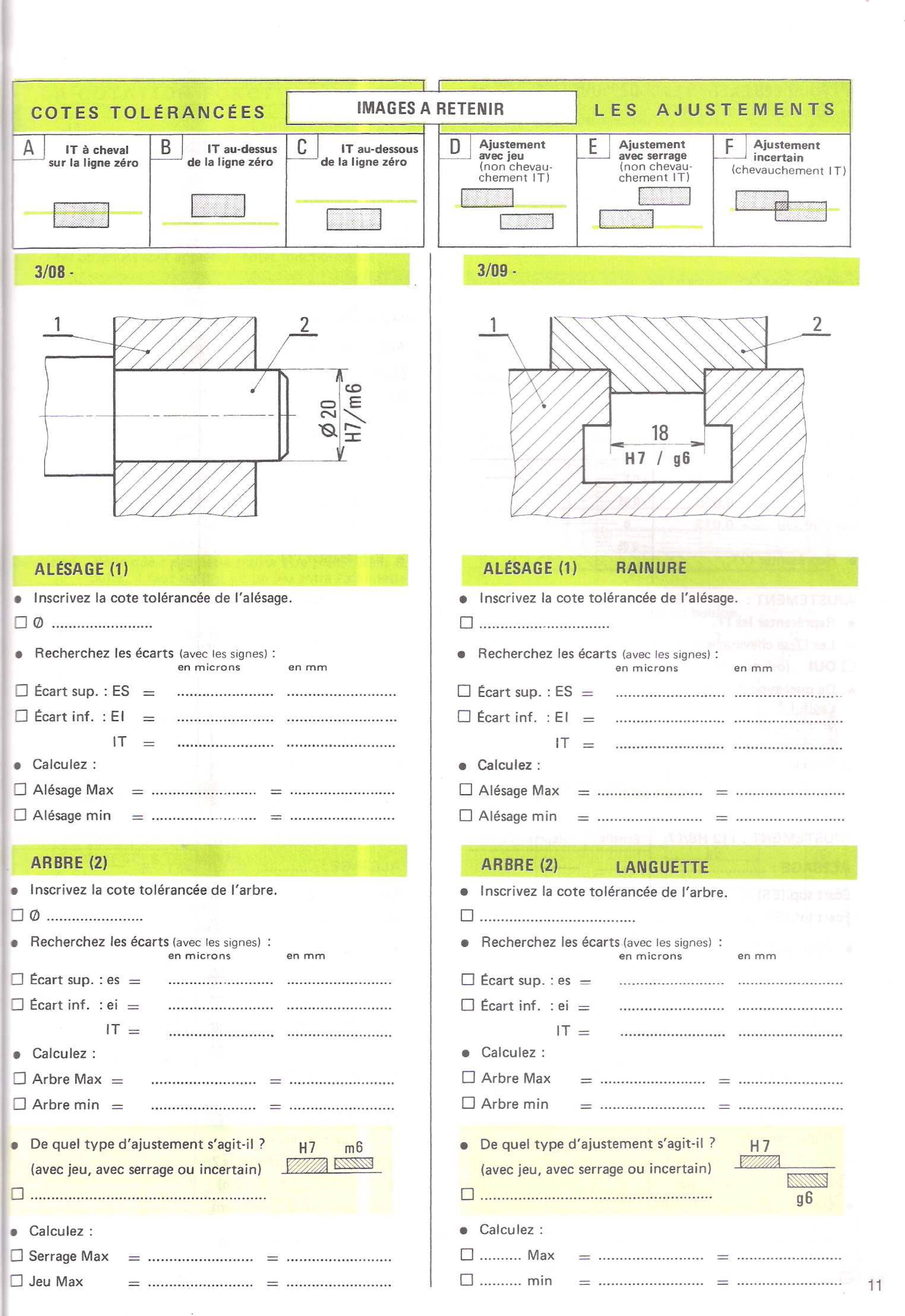
3/07 - AJUSTEMENT INCERTAIN

Exemple : H7 - js6

L'ajustement obtenu sera soit avec jeu, soit avec serrage. Les intervalles de tolérance se chevauchent.



□ Jeu Max = ...
□ Serrage Max = ...



IMAGES A RETENIR

COTES TOLÉRANCÉES

- A — IT à cheval sur la ligne zéro
- B — IT au-dessus de la ligne zéro
- C — IT au-dessous de la ligne zéro

LES AJUSTEMENTS

- D — Ajustement avec jeu (non chevauchement IT)
- E — Ajustement avec serrage (non chevauchement IT)
- F — Ajustement incertain (chevauchement IT)

3/08 -

ALÉSAGE (1)

- Inscrivez la cote tolérancée de l'alésage.

☐ Ø ....

- Recherchez les écarts (avec les signes) :

		en microns	en mm
☐ Écart sup. : ES	=	....	....
☐ Écart inf. : EI	=	....	....
IT	=	....	....

- Calculez :

☐ Alésage Max	=	....	=	....
☐ Alésage min	=	....	=	....

ARBRE (2)

- Inscrivez la cote tolérancée de l'arbre.

☐ Ø ....

- Recherchez les écarts (avec les signes) :

		en microns	en mm
☐ Écart sup. : es	=	....	....
☐ Écart inf. : ei	=	....	....
IT	=	....	....

- Calculez :

☐ Arbre Max	=	....	=	....
☐ Arbre min	=	....	=	....

- De quel type d'ajustement s'agit-il ? (avec jeu, avec serrage ou incertain)

☐ ....

- Calculez :

☐ Serrage Max	=	....	=	....
☐ Jeu Max	=	....	=	....

3/09 -

ALÉSAGE (1) RAINURE

- Inscrivez la cote tolérancée de l'alésage.

☐ ....

- Recherchez les écarts (avec les signes) :

		en microns	en mm
☐ Écart sup. : ES	=	....	....
☐ Écart inf. : EI	=	....	....
IT	=	....	....

- Calculez :

☐ Alésage Max	=	....	=	....
☐ Alésage min	=	....	=	....

ARBRE (2) LANGUETTE

- Inscrivez la cote tolérancée de l'arbre.

☐ ....

- Recherchez les écarts (avec les signes) :

		en microns	en mm
☐ Écart sup. : es	=	....	....
☐ Écart inf. : ei	=	....	....
IT	=	....	....

- Calculez :

☐ Arbre Max	=	....	=	....
☐ Arbre min	=	....	=	....

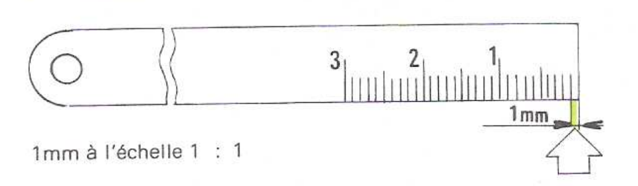
- De quel type d'ajustement s'agit-il ? (avec jeu, avec serrage ou incertain)

☐ ....

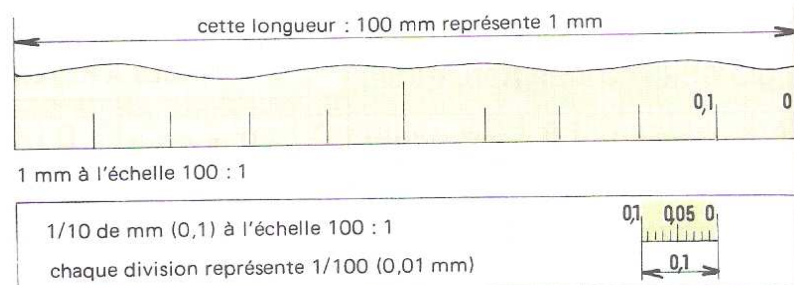
- Calculez :

☐ .... Max	=	....	=	....
☐ .... min	=	....	=	....

POUR LES EXERCICES CI-DESSOUS : ÉCHELLE DES ÉCARTS



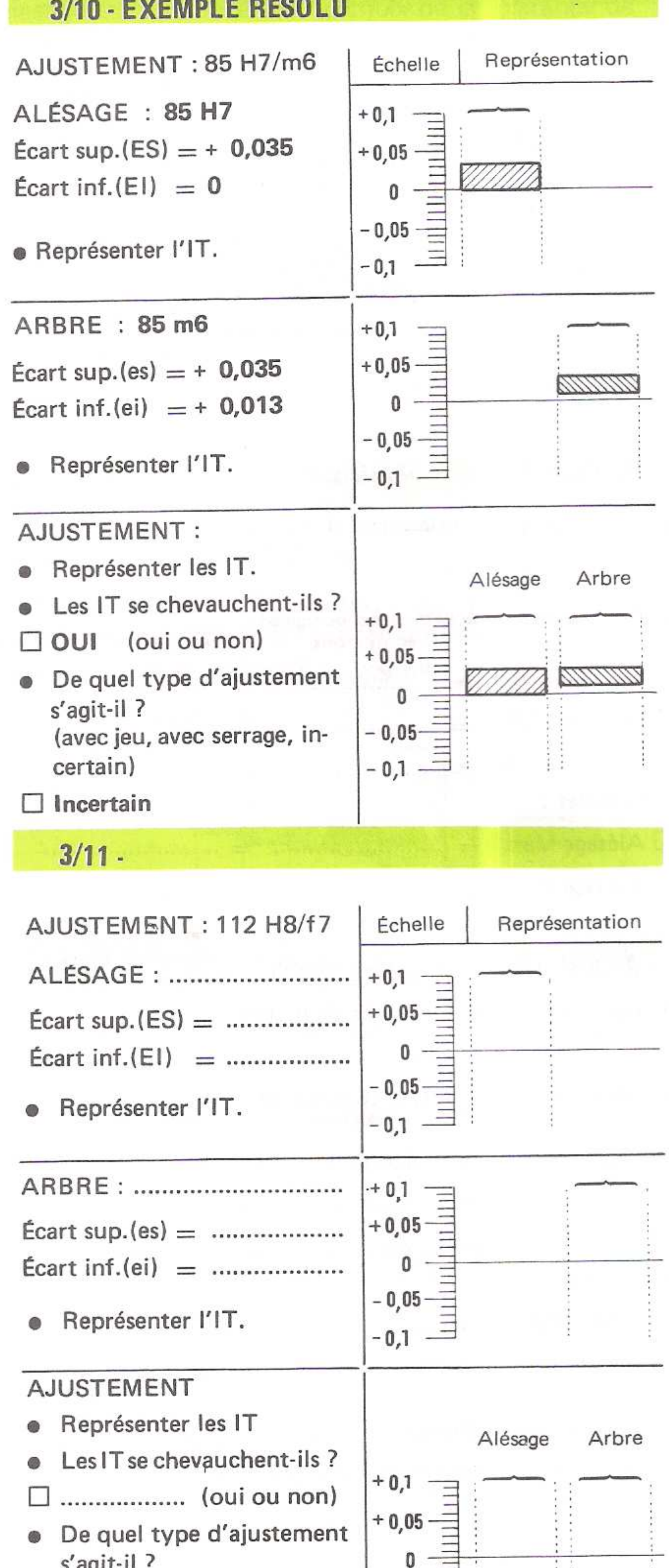
1mm à l'échelle 1 : 1



1 mm à l'échelle 100 : 1

1/10 de mm (0,1) à l'échelle 100 : 1

chaque division représente 1/100 (0,01 mm)



3/10 - EXEMPLE RÉSOLU

AJUSTEMENT : 85 H7/m6

	Échelle	Représentation
ALÉSAGE : 85 H7 Écart sup.(ES) = + 0,035 Écart inf.(EI) = 0 ● Représenter l'IT.	+0,1 +0,05 0 −0,05 −0,1	
ARBRE : 85 m6 Écart sup.(es) = + 0,035 Écart inf.(ei) = + 0,013 ● Représenter l'IT.	+0,1 +0,05 0 −0,05 −0,1	

AJUSTEMENT :
- Représenter les IT.
- Les IT se chevauchent-ils ?

☐ OUI (oui ou non)
- De quel type d'ajustement s'agit-il ?
(avec jeu, avec serrage, incertain)

☐ Incertain

Alésage Arbre
+0,1 / +0,05 / 0 / −0,05 / −0,1

3/11 -

AJUSTEMENT : 112 H8/f7

	Échelle	Représentation
ALÉSAGE : .... Écart sup.(ES) = ... Écart inf.(EI) = ... ● Représenter l'IT.	+0,1 +0,05 0 −0,05 −0,1	
ARBRE : .... Écart sup.(es) = ... Écart inf.(ei) = ... ● Représenter l'IT.	+0,1 +0,05 0 −0,05 −0,1	

AJUSTEMENT
- Représenter les IT
- Les IT se chevauchent-ils ?

☐ .... (oui ou non)
- De quel type d'ajustement s'agit-il ?
(avec jeu, avec serrage, incertain)

☐ ....

Alésage Arbre
+0,1 / +0,05 / 0 / −0,05 / −0,1

3/12 -

AJUSTEMENT : 170 H7/js6

	Échelle	Représentation
ALÉSAGE : .... Écart sup.(ES) = ... Écart inf.(EI) = ... ● Représenter l'IT.	+0,1 +0,05 0 −0,05 −0,1	
ARBRE : .... Écart sup.(es) = ... Écart inf.(ei) = ... ● Représenter l'IT.	+0,1 +0,05 0 −0,05 −0,1	

AJUSTEMENT
- Représenter les IT
- Les IT se chevauchent-ils ?

☐ ....(oui ou non)
- De quel type d'ajustement s'agit-il ?
(avec jeu, avec serrage, incertain)

☐ ....

Alésage Arbre
+0,1 / +0,05 / 0 / −0,05 / −0,1

3/13 -

AJUSTEMENT : 140 H7/p6

	Échelle	Représentation
ALÉSAGE : .... Écart sup.(ES) = ... Écart inf.(EI) = ... ● Représenter l'IT.	+0,1 +0,05 0 −0,05 −0,1	
ARBRE : .... Écart sup.(es) = ... Écart inf.(ei) = ... ● Représenter l'IT.	+0,1 +0,05 0 −0,05 −0,1	

AJUSTEMENT
- Représenter les IT
- Les IT se chevauchent-ils ?

☐ .... (oui ou non)
- De quel type d'ajustement s'agit-il ?
(avec jeu, avec serrage, incertain)

☐ ....

Alésage Arbre
+0,1 / +0,05 / 0 / −0,05 / −0,1

LA COTATION FONCTIONNELLE

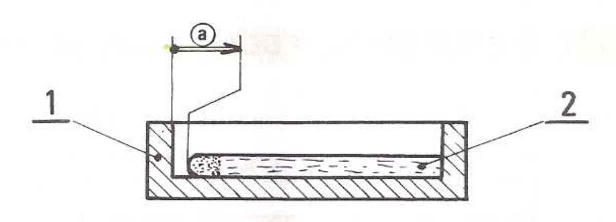
3/14 - LA COTATION FONCTIONNELLE : POURQUOI?

• Un mécanisme est constitué de différentes pièces. Pour que ce mécanisme fonctionne, des conditions doivent être assurées (jeu - dépassement - retrait - serrage - etc...). La cotation fonctionnelle permet de rechercher les différentes cotes à respecter pour que les conditions soient assurées. Les cotes obtenues sont appelées : cotes fonctionnelles.

• La cotation fonctionnelle permet de donner aux cotes fonctionnelles l'intervalle de tolérance maximum admissible ; il en résulte une diminution du coût de fabrication des pièces.

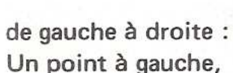
3/15 - COTE - CONDITION

Exemple : Une allumette dans sa boîte.



Condition : Pour que l'allumette puisse être placée dans la boîte, il faut qu'il y ait un jeu entre l'allumette et la boîte.

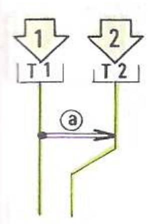
La condition est représentée sur le dessin par un vecteur à double trait, orienté. Ce vecteur à double trait est appelé : «cote-condition». Conventionnellement, l'orientation adoptée pour les cotes-conditions (C.C.) est la suivante :

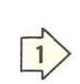
C.C. HORIZONTALE	C.C. VERTICALE
 de gauche à droite : Un point à gauche, une flèche à droite.	de bas en haut : Un point en bas, une flèche en haut.

3/16 - SURFACES TERMINALES

Les surfaces terminales sont les surfaces perpendiculaires (⊥) à la cote-condition et qui limitent celle-ci.

Exemple : L'allumette dans sa boîte





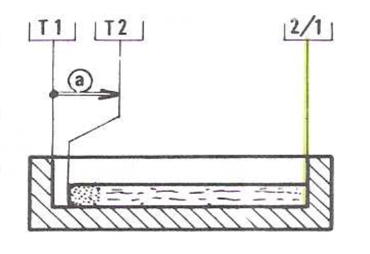
Surface terminale en contact avec la boîte (1), nous l'appellerons : T1.



Surface terminale en contact avec l'allumette (2), nous l'appellerons : T2

3/17 - SURFACES DE LIAISON

Pour assurer une condition (par exemple la condition ⓐ) les surfaces de liaison (SL) sont les surfaces de contact entre les pièces, perpendiculaires (⊥) à la direction de la cote-condition (C.C.).
Traduisez : SL/⊥/CC



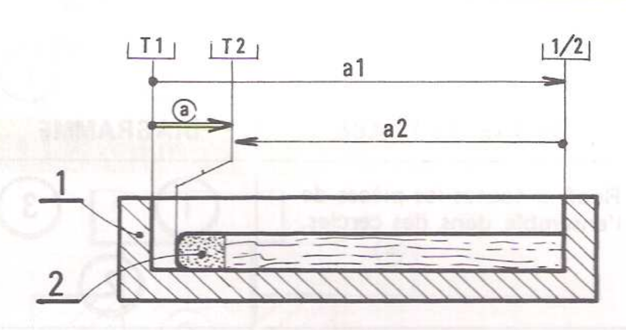
3/18 - ÉTABLISSEMENT D'UNE CHAÎNE DE COTES

Voir Méthode Active - chapitre M 25/1

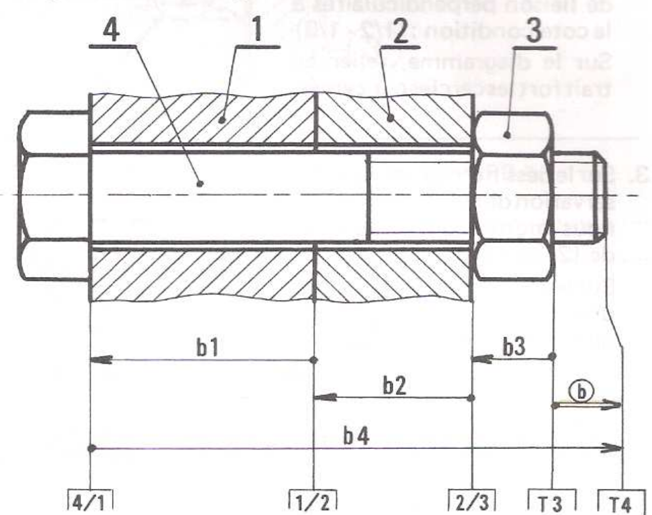
- Partir de l'origine (point) de la C.C. Cette origine touche une pièce : coter cette pièce jusqu'à la surface de liaison (SL) en contact avec une autre pièce.
- Coter cette autre pièce... ainsi de suite jusqu'à ce que l'extrémité de la dernière cote touche la surface terminale en contact avec l'extrémité (flèche) de la cote-condition.
- Repérer les cotes au fur et à mesure : (a1 pour la pièce 1, a2 pour la pièce 2, etc...).

Exemple 1 : L'allumette dans sa boîte.

Coter (1) jusqu'à la SL entre 1/2, puis coter (2).



Exemple 2 : Assemblage avec un boulon.



Coter (3), puis (2), puis (1), puis (4).

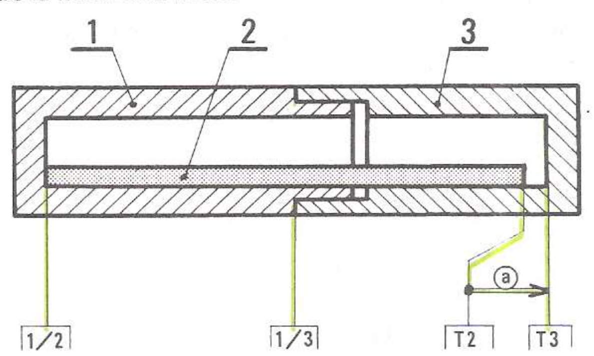
> **Le tracé d'une chaîne de cotes est difficile. Il est possible d'obtenir des résultats satisfaisants en utilisant la marche à suivre définie ci-dessus et en effectuant les 4 contrôles énoncés sur la Méthode Active, au chapitre M 25.**
>
> **L'établissement d'un «Diagramme des surfaces de liaison perpendiculaires à la cote-condition», suivi de son interprétation facilite, dans de nombreux cas, le tracé des chaînes de cotes ; c'est la raison pour laquelle nous nous permettons de vous en exposer ci-après le principe.**
>
> **Toutefois, lorsque l'établissement du diagramme et son interprétation deviennent des difficultés supplémentaires qui ne favorisent pas la recherche des cotes fonctionnelles, il est souhaitable de ne pas utiliser cette méthode.**

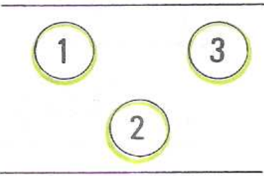
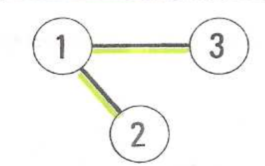
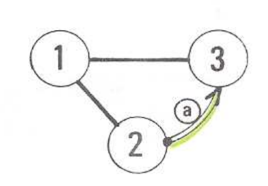
DIAGRAMME DES SURFACES DE LIAISON PERPENDICULAIRES A LA COTE-CONDITION

3/19 - TRACÉ DU DIAGRAMME

Exemple : Mine de crayon dans son étui.

Condition (a) : Nécessité d'un jeu, dans le sens de la longueur entre la mine et la boîte.

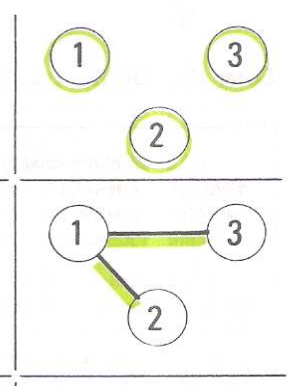


ORDRE DU TRACÉ	DIAGRAMME
1. Repérer toutes les pièces de l'ensemble dans des cercles.	
2. Rechercher toutes les surfaces de liaison perpendiculaires à la cote-condition : (1/2 - 1/3) Sur le diagramme, relier en trait fort les cercles concernés.	
3. Sur le dessin d'ensemble, l'observation de la cote-condition nous montre que celle-ci va de (2) vers (3). Sur le diagramme, tracer alors une cote-condition partant de (2) et allant vers (3).	

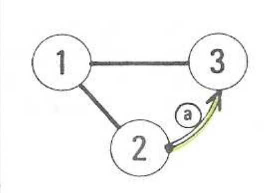
3/20 - LECTURE DU DIAGRAMME

Le mécanisme comprend trois pièces : (1), (2) et (3).

Entre les pièces (1) et (2) et entre les pièces (1) et (3), il y a une surface de liaison perpendiculaire à la cote-condition.

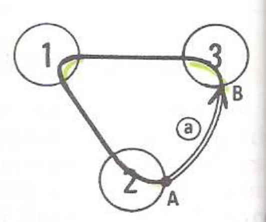


Sur le dessin d'ensemble, la cote-condition a son origine (le point) sur la surface terminale en contact avec la pièce (2) et son extrémité (la flèche) sur la surface terminale en contact avec la pièce (3).



3/21 - INTERPRÉTATION DU DIAGRAMME

Pour établir la chaîne de cotes, partir de l'origine (A) de la cote-condition et rejoindre l'extrémité (B) en établissant le circuit le plus court possible, par l'intermédiaire des surfaces de liaison.



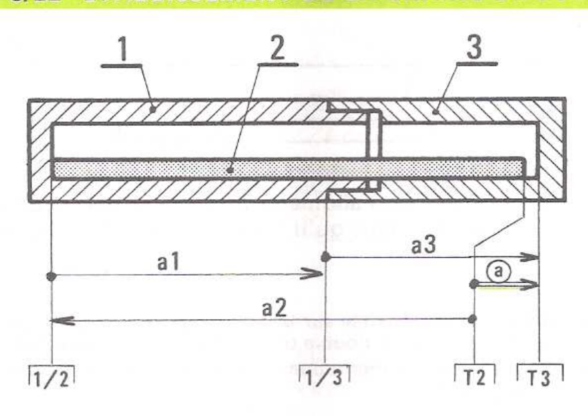
Coter les pièces dans le même ordre qu'elles apparaissen dans le circuit.

Exemple ci-dessus :

Coter (2) jusqu'à la surface de liaison 1/2, puis coter (1 jusqu'à la surface de liaison 1/3, puis coter (3).

En résumé : **coter (2), puis (1), puis (3).**

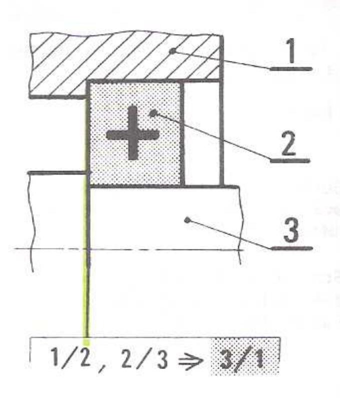
3/22 - ÉTABLISSEMENT DE LA CHAÎNE DE COTES

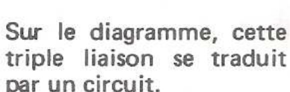


Coter (2) jusqu'à la surface de liaison 1/2, puis coter (1 jusqu'à la surface de liaison 1/3, puis coter (3).

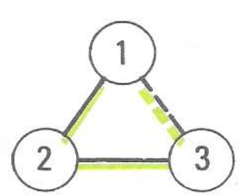
3/23 - CAS PARTICULIER : SURFACE DE LIAISON COMMUNE À TROIS PIÈCES

Exemple 1 :
ROULEMENT À BILLES

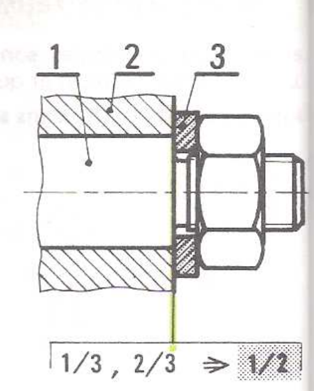




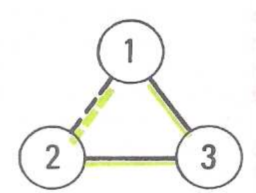
Sur le diagramme, cette triple liaison se traduit par un circuit.



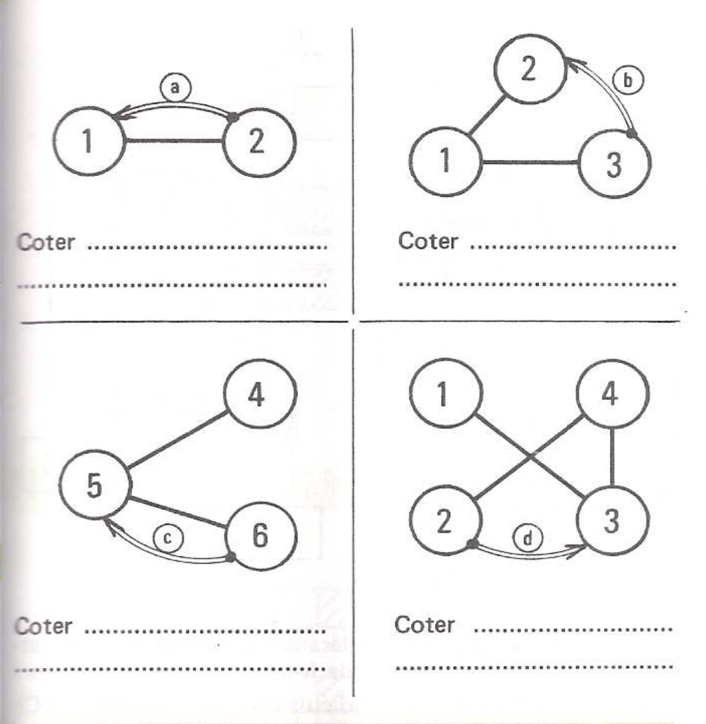
Exemple 2 :
RONDELLE / BUTÉE



Sur le diagramme, cette triple liaison se traduit par un circuit.



3/24 - INTERPRÉTEZ LES DIAGRAMMES

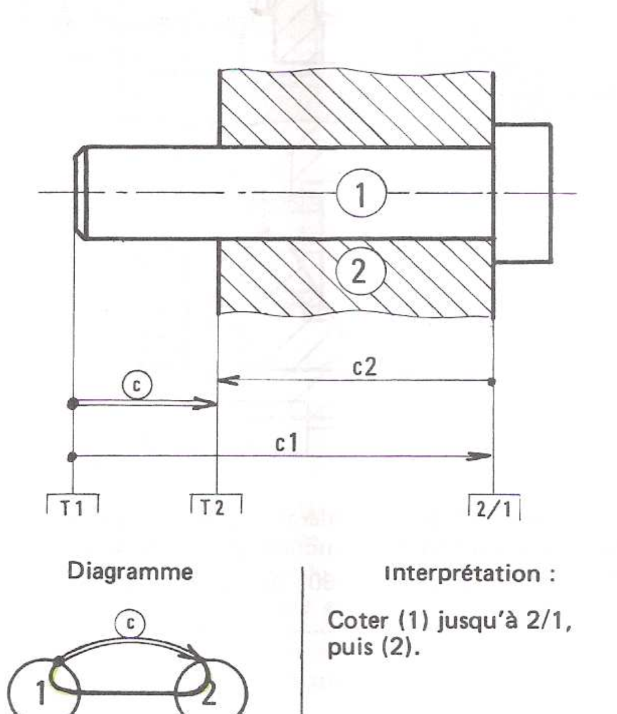


3/25 - BUTÉE - EXERCICE / EXEMPLE

Pour chaque exercice :

1. Rechercher les surfaces de liaison perpendiculaires à la cote-condition. Repérer ces surfaces sur le dessin dans une fourchette (⊔⊓)
2. Établir le diagramme des surfaces de liaison perpendiculaires à la cote-condition.
3. Interpréter le diagramme.
4. Tracer la chaîne de cotes en cotant les pièces dans l'ordre défini par le diagramme.

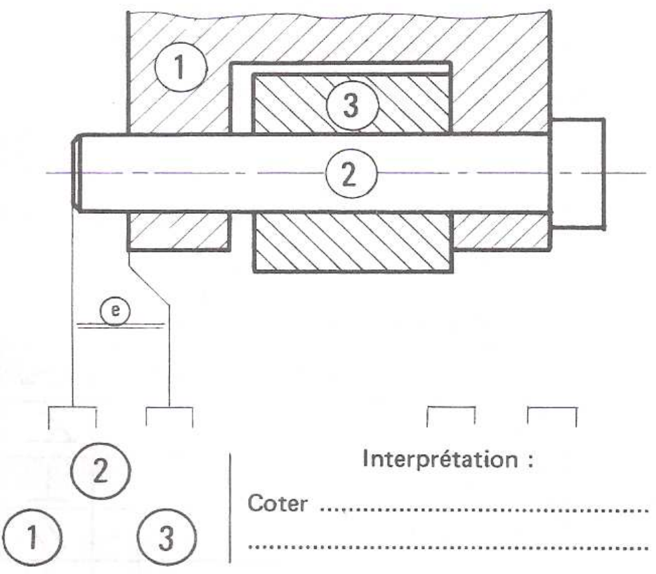
Ces exercices sont extraits du cahier N° 4 EXERCICES RAPIDES DE COTATION FONCTIONNELLE.



Interprétation :

Coter (1) jusqu'à 2/1, puis (2).

3/26 - CHAPE ET AXE



Interprétation :

Coter ....
....

3/27 - PIVOT

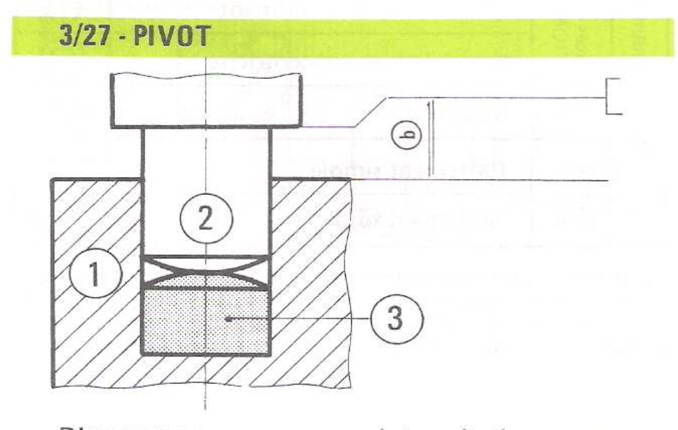


Diagramme :

Interprétation :

Coter ....
....

3/28 - VIS DE GUIDAGE

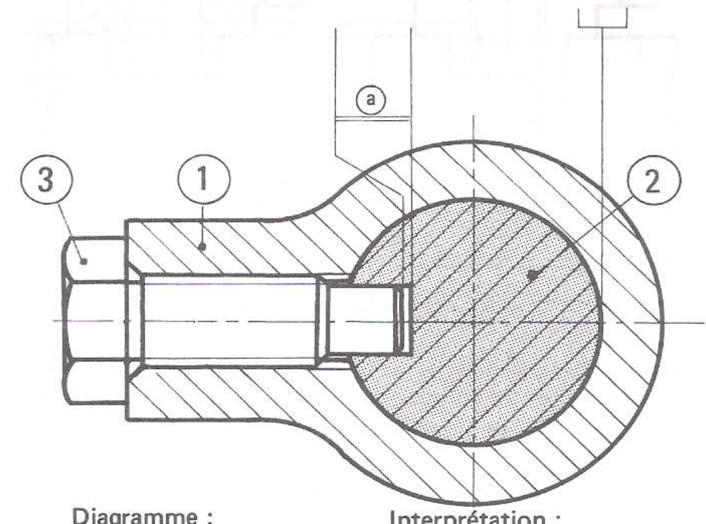


Diagramme :

Interprétation :

Coter ....
....

TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES

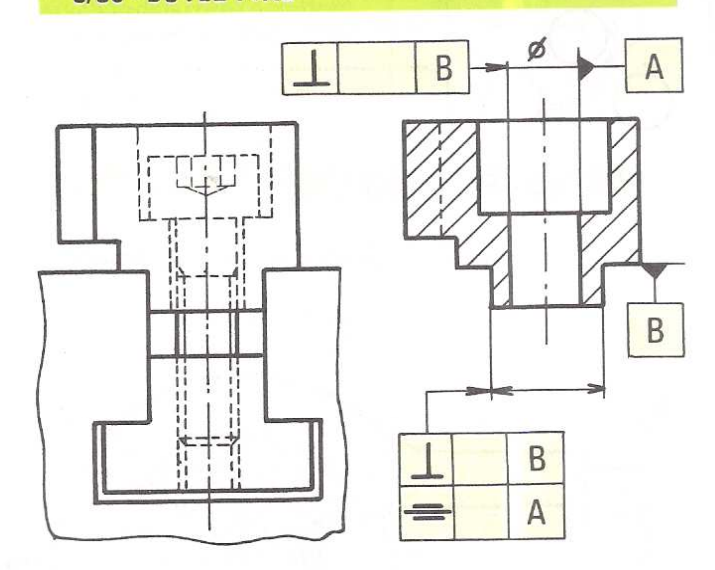
3/29 - CARACTÉRISTIQUES ET SYMBOLES

Voir Méthode Active - chapitre T7 et T8

Pour éléments isolés	Tolérances de FORME	Planéité d'une surface	⏥
		Rectitude d'un axe - d'une ligne	—
		Cylindricité d'un cylindre	⌭
		Circularité d'un cylindre - d'un cône	○
		Forme d'une surface quelconque	⌓
Pour éléments associés	Tolérances d'ORIENTATION	Inclinaison	∠
		Perpendicularité	⊥
		Parallélisme	//
	Tolérances de POSITION	Localisation d'un élément	⌖
		Coaxialité ou concentricité	◎
		Symétrie	⌯
	BATTEMENT	Battement simple	↗
		Battement total	⌰

Remarques : Le tolérancement géométrique ne doit figurer sur les dessins que s'il répond réellement à une nécessité fonctionnelle. Une tolérance géométrique peut être spécifiée, même si aucune tolérance dimensionnelle n'est prescrite.

3/30 - BUTÉE FIXE



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

☐ Éléments de référence : surface (B)
: axe du cylindre (A)

☐ Le tenon est perpendiculaire à la surface (B)

.... IT = 0,1

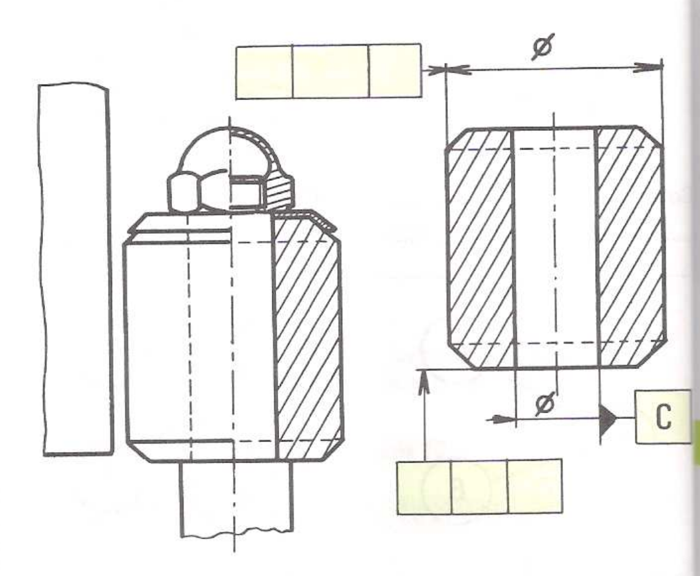
☐ Le tenon est symétrique par rapport à l'axe du cylindre (A)

.... IT = 0,2

☐ L'axe de l'alésage est perpendiculaire à la surface (B)

.... IT = Ø 0,1

3/31 - GALET DE PORTE



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permet-tant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes

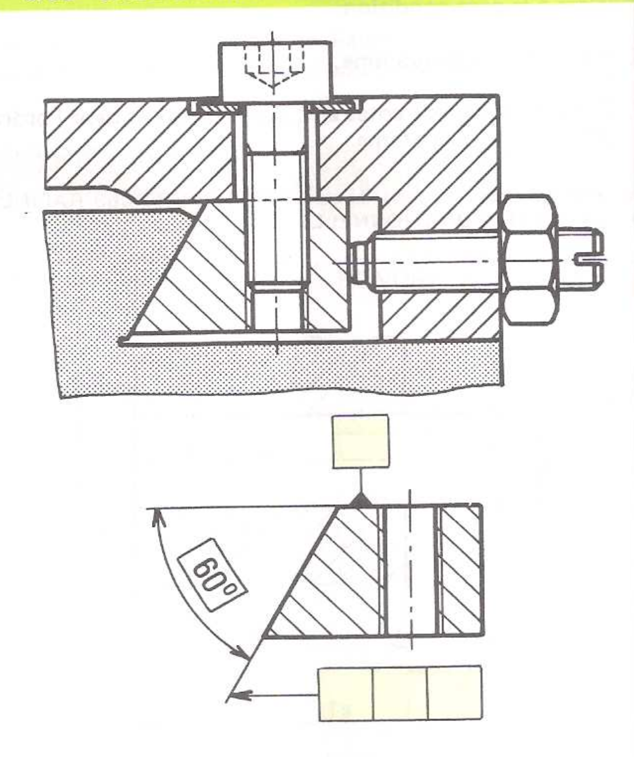
☐ La surface plane est perpendiculaire à l'axe de l'alésage (C)

.... IT = 0,

☐ Les 2 surfaces cylindriques sont coaxiales :

.... IT = Ø 0,

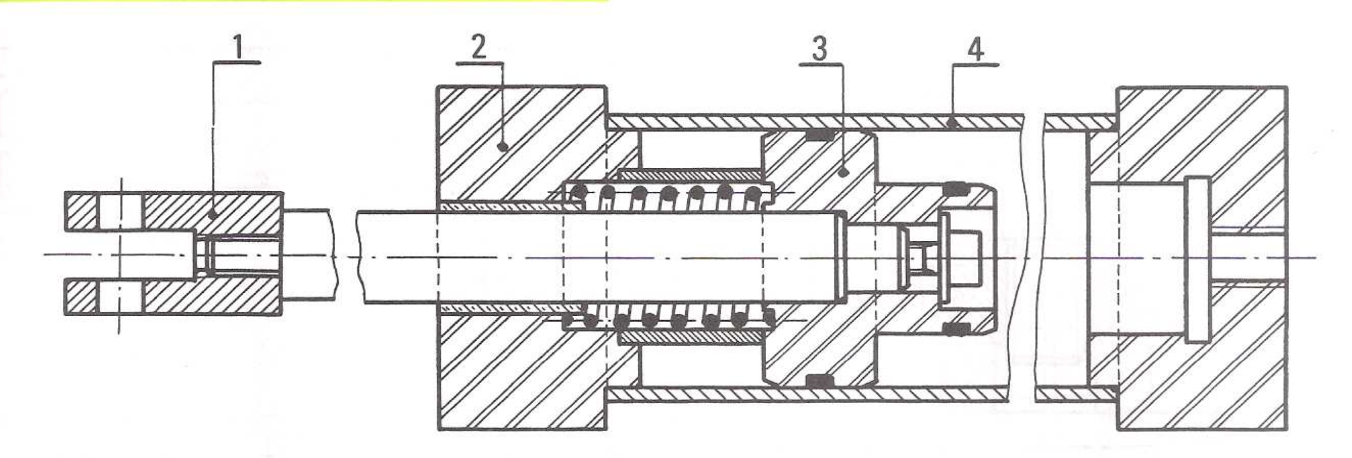
3/32 - CALE DE RATTRAPAGE DE JEU



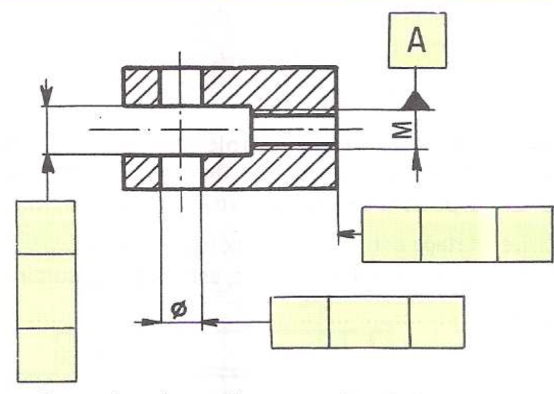
Inscrire dans le cadre la tolérance géométrique permetta d'assurer la condition de fonctionnement suivante :

☐ La face est inclinée de 60° par rapport au plan de réf rence (D) .... IT = 0,

3/33 - VÉRIN PNEUMATIQUE À SIMPLE EFFET



CHAPE 1



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

☐ Élément de référence : axe du cylindre (A)

☐ La mortaise est parallèle à l'axe du cylindre (A)

.... IT = 0,1/100

☐ L'alésage coté Ø est perpendiculaire à l'axe du cylindre (A)

.... IT = 0,05/100

☐ La surface plane est perpendiculaire à l'axe du cylindre (A)

.... IT = 0,05/100

FOND AVANT 2

Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

☐ Élément de référence : axe du cylindre (C)

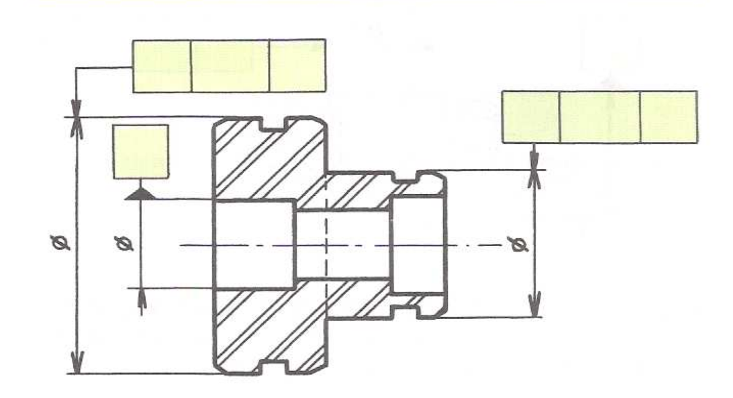
☐ L'emboitement cylindrique est coaxial au cylindre (C)

.... IT = Ø 0,05

☐ L'épaulement est perpendiculaire à l'axe du cylindre (C)

.... IT = 0,05

PISTON 3

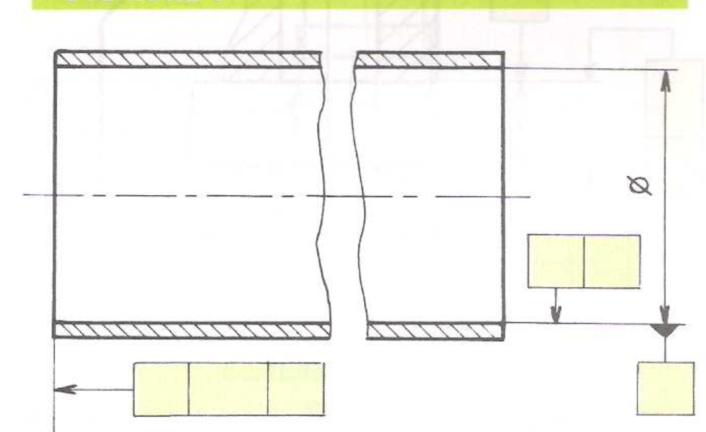


Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

☐ Élément de référence : axe de l'alésage (B)

☐ Les cylindres cotés Ø sont coaxiaux à l'alésage de référence (B) .... IT = Ø 0,05

CYLINDRE 4



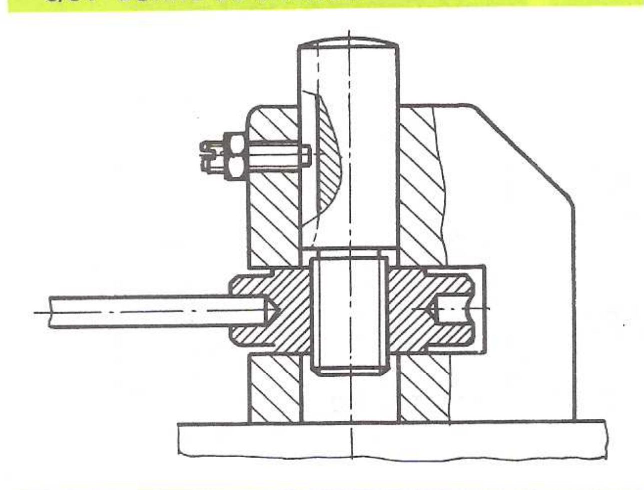
Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

☐ Élément de référence : axe du cylindre (D)

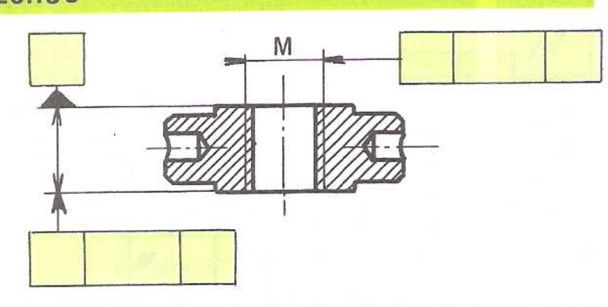
☐ L'alésage est circulaire : .... IT = 0,01

☐ L'extrémité de la pièce est perpendiculaire à l'axe du cylindre (D) .... IT = 0,1

3/34 - BORNE DE CALAGE



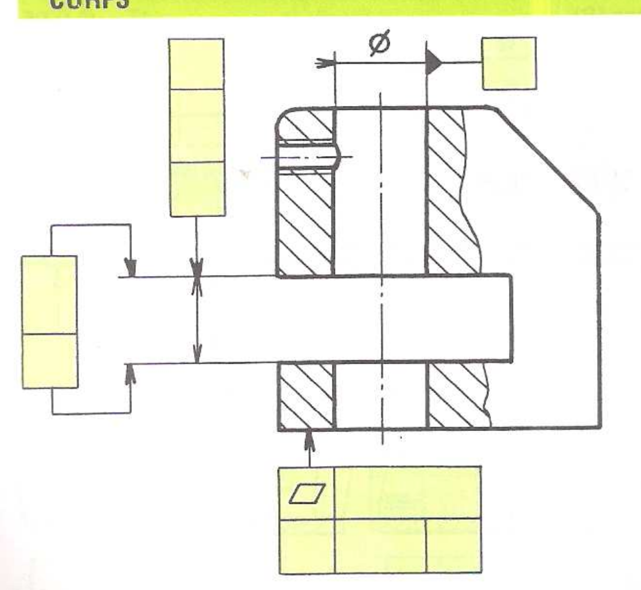
ÉCROU



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- ☐ Élément de référence : Face (A) de l'écrou
- ☐ Les 2 faces sont parallèles .... IT = 0,03
- ☐ L'axe du trou taraudé est perpendiculaire à la face (A) .... IT = 0,1

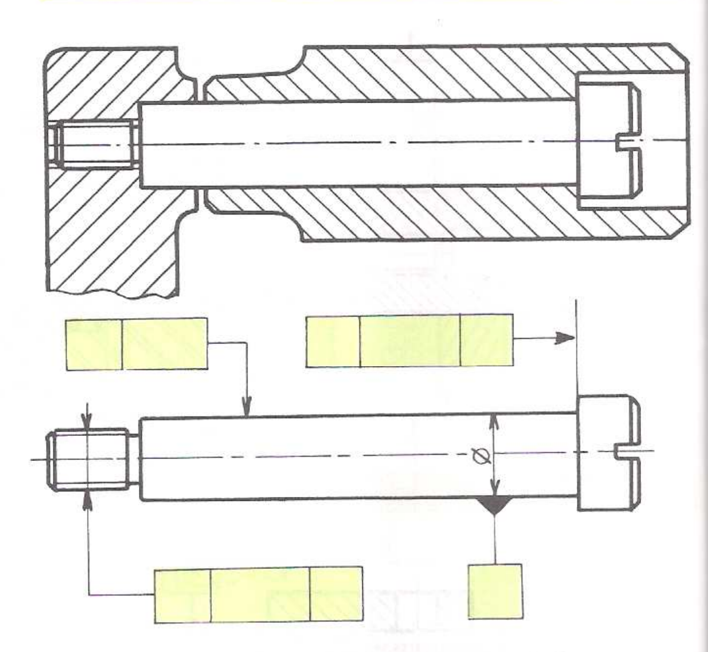
CORPS



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- ☐ Élément de référence : axe du cylindre (B)
- ☐ La surface de base est plane .... IT = 0,05/100
- ☐ La surface de base est perpendiculaire à l'axe du cylindre (B)... IT = 0,3
- ☐ La mortaise est perpendiculaire à l'axe du cylindre (B) .... IT = 0,04
- ☐ Les faces de la mortaise sont parallèles .... IT = 0,05

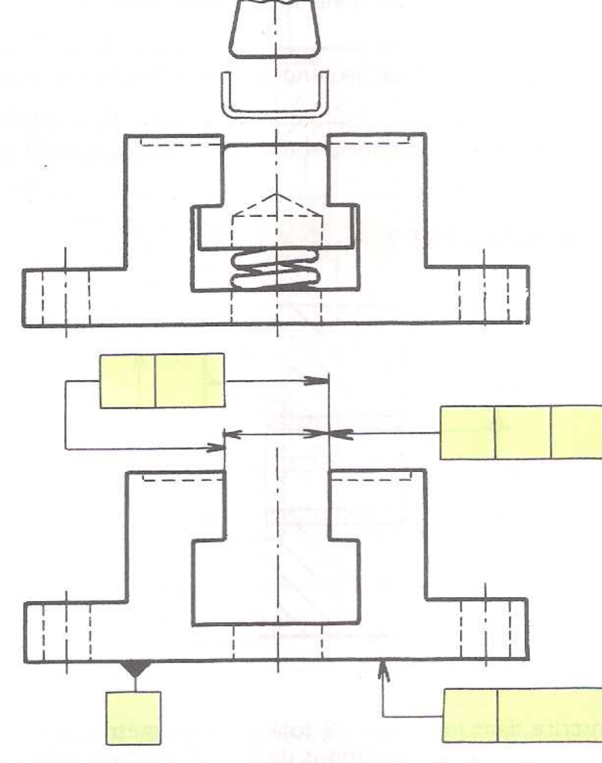
3/35 - POIGNÉE DE VOLANT



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- ☐ Le corps de la vis-axe doit être cylindrique .... IT = 0,1
- ☐ Le filetage est coaxial au corps .... IT = Ø 0,05
- ☐ L'épaulement sous la tête est perpendiculaire à l'axe du corps .... IT = 0,05

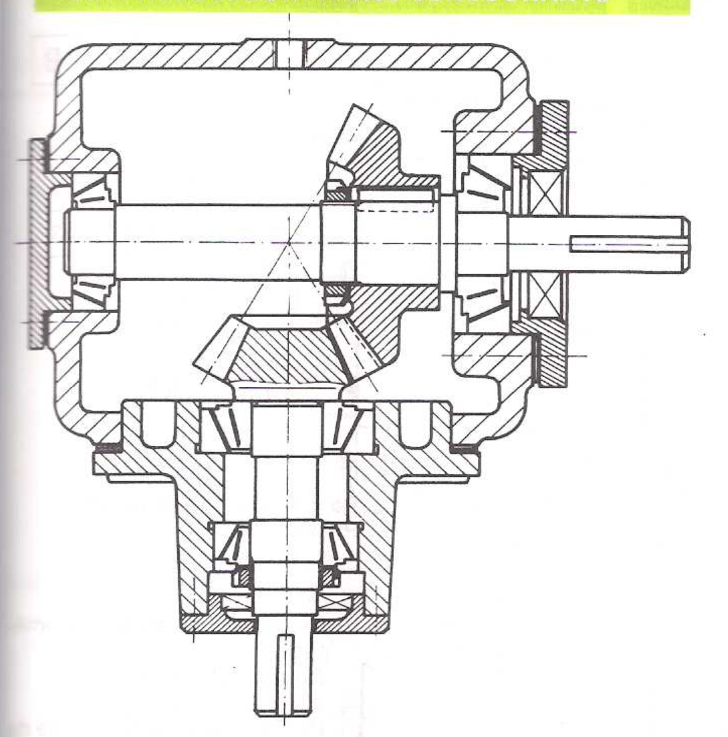
3/36 - OUTIL DE CAMBRAGE



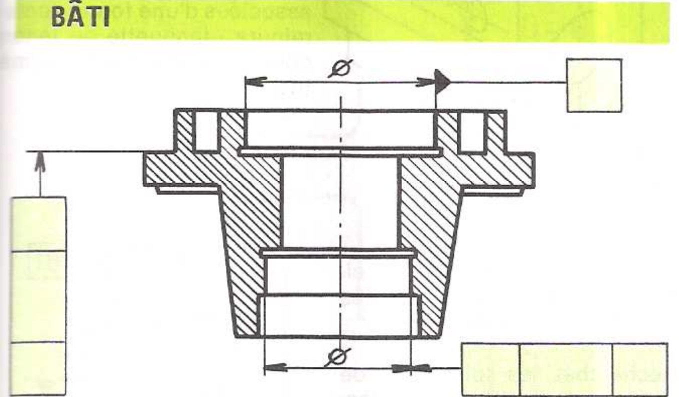
Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

- ☐ La surface d'appui est plane .... IT = 0,05/100
- ☐ La mortaise est perpendiculaire à la surface d'appui .... IT = 0,02
- ☐ Les faces de la mortaise sont parallèles .... IT = 0,05

3/37 - RÉDUCTEUR À AXES CONCOURANTS



BÂTI



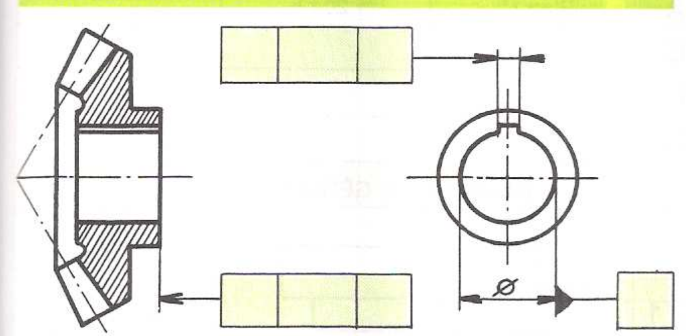
Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

☐ Élément de référence : axe du cylindre (A)

☐ Les deux alésages sont coaxiaux .... IT = Ø 0,02

☐ La surface d'appui est perpendiculaire à l'axe du cylindre (A) .... IT = 0,05

ROUE CONIQUE



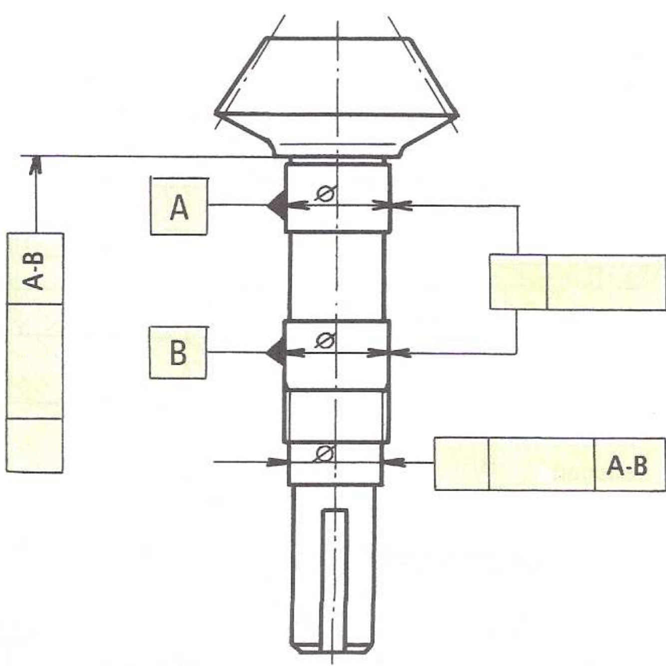
Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

☐ Élément de référence : axe du cylindre (B)

☐ Le plan médian de la rainure de clavette est symétrique par rapport au plan médian de (B) .... IT = 0,04

☐ L'appui de la roue est perpendiculaire à l'axe du cylindre (B) .... IT = 0,05

PIGNON - ARBRE



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

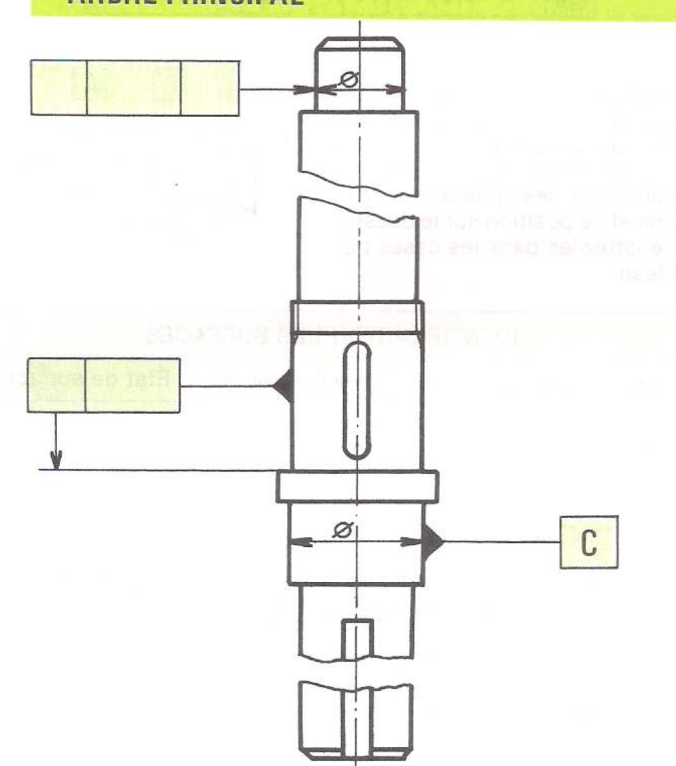
☐ Éléments de référence : axes des cylindres (A) et (B)

☐ Les cylindres (A) et (B) sont coaxiaux .... IT = Ø 0,02

☐ L'appui du pignon-arbre est perpendiculaire à l'axe de référence (AB) .... IT = 0,03

☐ La portée du joint d'étanchéité est coaxiale à l'axe de référence (AB) .... IT = Ø 0,02

ARBRE PRINCIPAL



Inscrire dans les cadres les tolérances géométriques permettant d'assurer les conditions de fonctionnement suivantes :

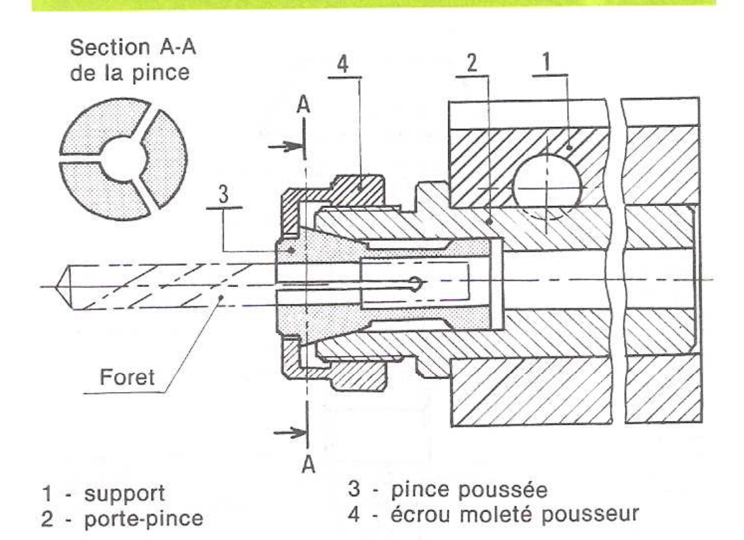
☐ Élément de référence : axe du cylindre (C)

☐ Les portées de roulement sont coaxiales .... IT = Ø 0,02

☐ L'épaulement est perpendiculaire à l'axe de la portée de la roue conique .... IT = 0,05

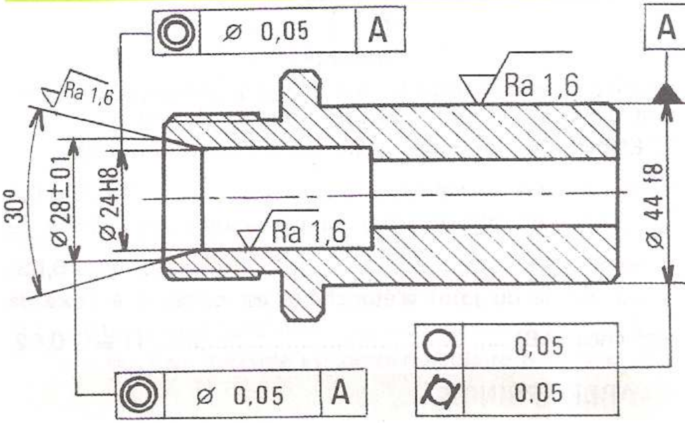


3/38 · ENSEMBLE PORTE-OUTIL



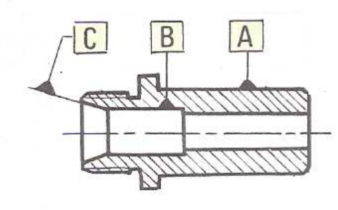
1 - support
2 - porte-pince
3 - pince poussée
4 - écrou moleté pousseur

PORTE-PINCE POUSSÉE (2)



Identifiez dans le tableau ci-dessous les surfaces repérées sur le croquis ci-contre.

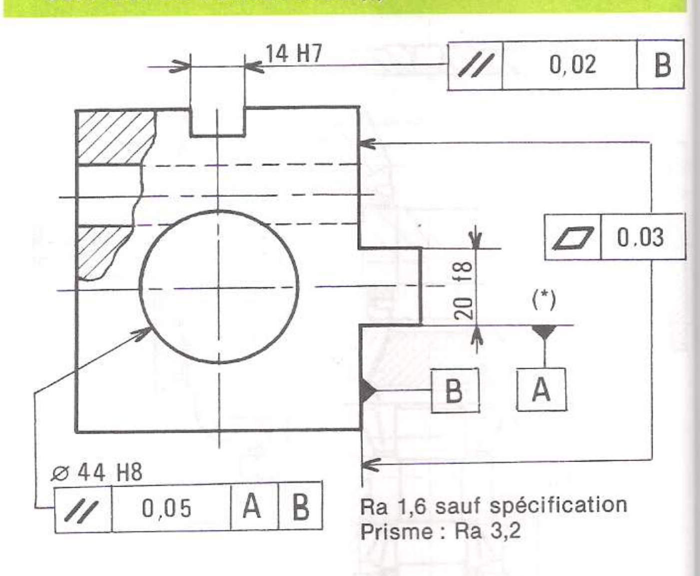
Recherchez les tolérances de forme et de position sur le dessin et reportez-les dans les cases du tableau.



IDENTIFICATION DES SURFACES			
Rep.	Nature géométrique	Dimension tolérancée	État de surface
A			
B			
C			

TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES		
A		
B		
C		

SUPPORT DU PORTE-PINCE (1)

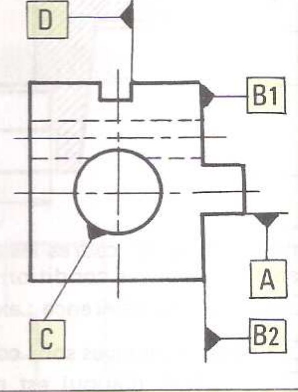


Ra 1,6 sauf spécification
Prisme : Ra 3,2

Exemples de « Nature géomé-
trique » :
Droite - plan - cylindre
cône - sphère...
(*) Remarque : Le repérage d
l'une des surfaces latérale
associées d'une forme (fente
rainure - languette ou tenon
concerne également sa symé
trie.

Identifiez dans le tableau ci-dessous les surfaces repérées sur le croquis ci-contre.

Recherchez les tolérances de forme et de position sur le dessin et reportez-les dans les cases du tableau.



IDENTIFICATION DES SURFACES			
Rep.	Nature géométrique	Dimension tolérancée	État de surface
A	Plan (*)	20 f 8	
B			
C			
D			

TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES		
A		A
B 1		B
B 2		
C		C
D		D



3/39 - BRAS-SUPPORT

Échelle 0,65

Matière : EN AB-Al Si 12

Ci-contre, le dessin de définition incomplètement coté d'un BRAS-SUPPORT.

Dans le tableau ci-dessous, identifiez les surfaces repérées (A, B, C, D, E).

Recherchez sur le dessin de définition les tolérances d'orientation et de position qui les concernent. Reportez tous ces renseignements dans les cases du tableau.

Placez flèches et pieds noircis pour distinguer les éléments tolérancés et les éléments de référence.

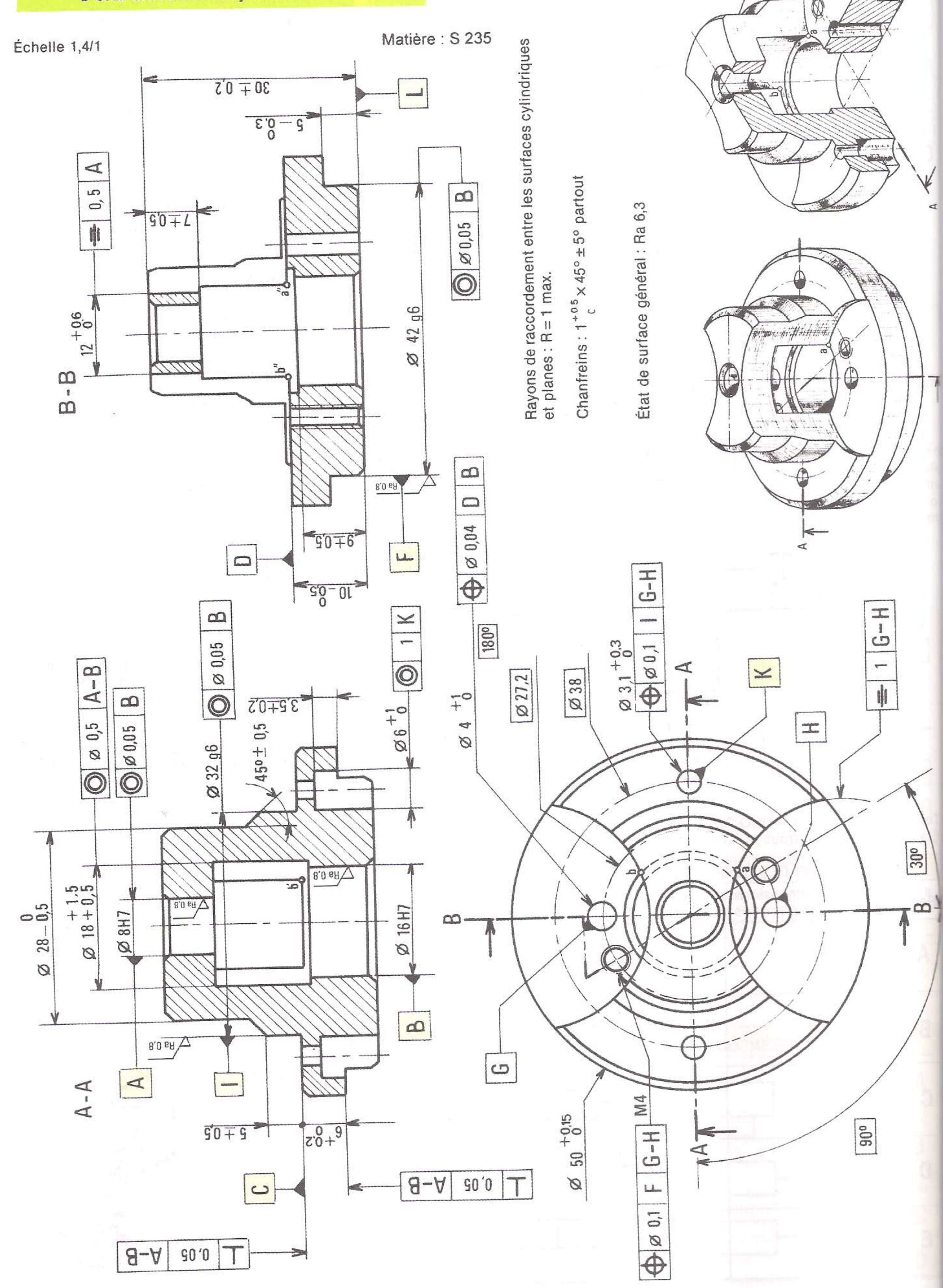
Tolérances générales — ISO 2768 m–K
État de surface des trous et lamages : Ra 6,3.

IDENTIFICATION DES SURFACES				TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES	
Rep.	Nature géométri.	Dimensions tolérancées	État de surface		
A					A
B					B
C					C
D					D
E					E

3/40 - CARTER DE RÉDUCTEUR D'UNE UNITÉ DE PERÇAGE

Échelle 1,4/1

Matière : S 235



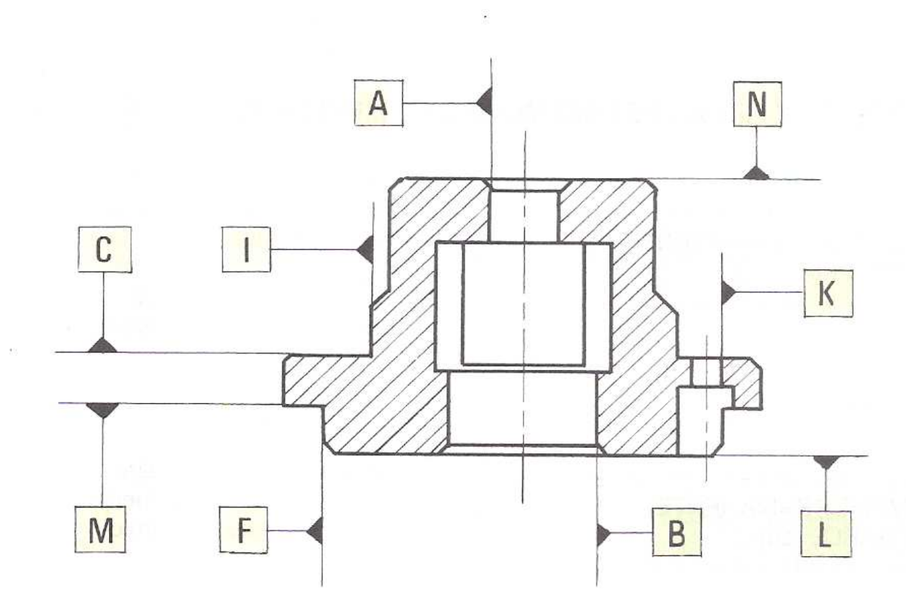
QUESTIONNAIRE

1 - Étudiez le dessin de définition, page précédente, d'un carter de réducteur d'une unité de perçage.
Consultez les deux perspectives isométriques, vous aurez plus de facilité pour lire le dessin.

2 - Identifiez sur le dessin de définition les surfaces repérées sur la vue ci-dessous. Reportez les renseignements dans la partie gauche du tableau.

3 - Recherchez les tolérances de forme, d'orientation et de position qui concernent ces surfaces ; reportez-les dans les cases de la colonne : « tolérances géométriques ».

4 - Complétez la colonne « exigences dimensionnelles ».



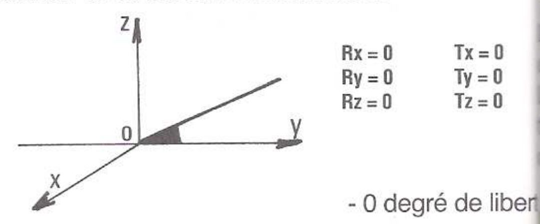
IDENTIFICATION DES SURFACES				TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES	EXIGENCES DIMENSIONNELLES
Rep.	Nature géométrique	Dimensions tolérancées	État de surface		
A					
B					
C					
F					
I					
K					
L					
M					
N					

RÉALISER UNE LIAISON ENCASTREMENT

GÉNÉRALITÉS

Une liaison encastrement ne permet aucun mouvement relatif entre deux pièces qui constituent une partie d'un mécanisme.
Les pièces mises en relation constituent un *assemblage*, celui-ci sera démontable ou non démontable.

Schématisation de la liaison encastrement



- 0 degré de liber

TYPES DE LIAISONS ENCASTREMENT EN FONCTION DES MOYENS D'ASSEMBLAGES.

LIAISON ENCASTREMENT NON PERMANENTE DÉMONTABLE (dé)

Moyens d'assemblages

– Visserie - Boulonnerie-
– Goupillages
– Clavetages - Cannelures
– Tampons tangents - Pincement

Ce type de liaison réalisé par obstacle et/ou adhérence permet de transmettre un couple.

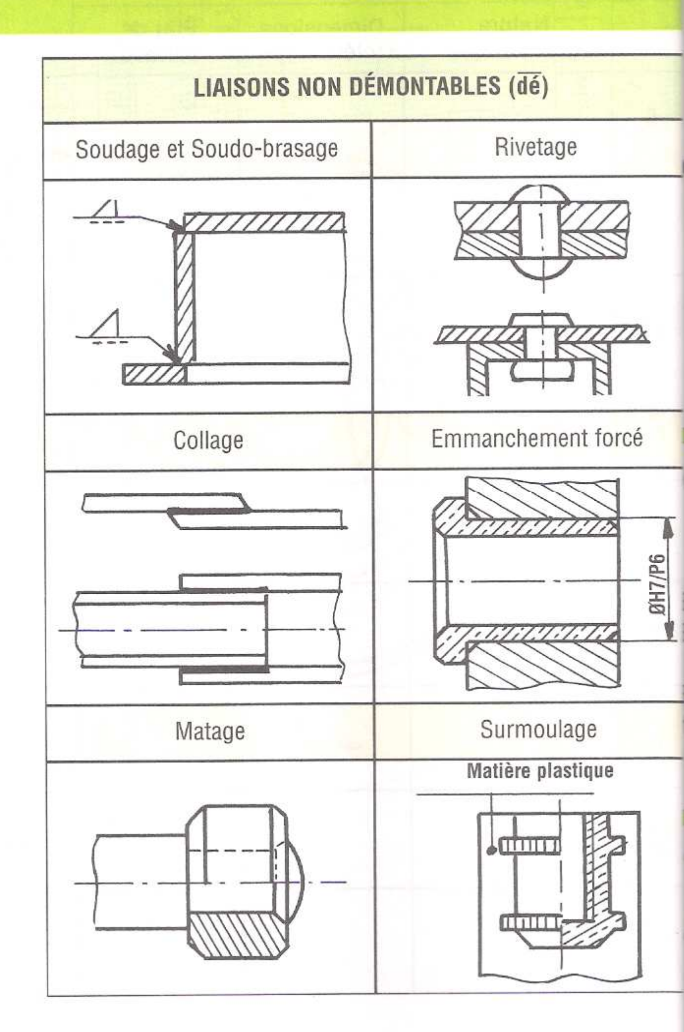
LIAISON ENCASTREMENT PERMANENTE NON DÉMONTABLE ($\overline{dé}$)

Moyens d'assemblages

– Soudage - Soudo-brasage
– Frettage et emmanchement forcé
– Rivetage à chaud et à froid
– Collage
– Matage
– Surmoulage

EXEMPLES DE CONSTRUCTIONS

LIAISONS DÉMONTABLES (dé)	
Vissage	Goupillage
Clavetage	Pincement (fente)
Centrage	Clavette transversale



ÉLÉMENTS D'ASSEMBLAGES
CLASSES DE QUALITÉ – GRADES

GÉNÉRALITÉS

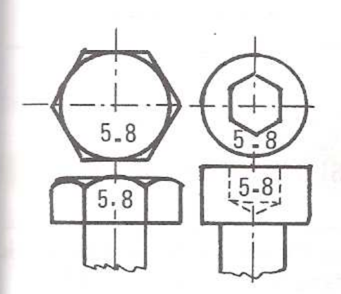
Les éléments de visserie et de boulonnerie en acier sont classés en fonction de leurs caractéristiques mécaniques. Les aciers choisis pour leur fabrication et leurs traitements thermiques sont réalisés par le fabricant en fonction des demandes de ses clients.

MARQUAGE

Les classes de qualité sont indiquées sur les éléments de visserie par des nombres gravés en creux ou en saillies sur les têtes de vis et de boulons ainsi que sur les écrous.

EXEMPLES

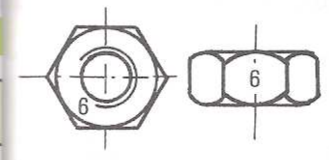
- **Têtes de vis :**



Sur la partie supérieure de la tête, marquage en creux ou en relief.

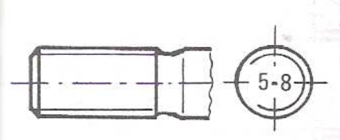
Sur la surface latérale de la tête, marquage en creux.

- **Ecrous :**



Sur la surface latérale ou la surface d'appui marquage en creux.

- **Goujons :**



Sur l'extrêmité non implantée du goujon, marquage en creux ou en relief.

VALEURS

Vis et goujons

3.6	4.6	5.6	4.8	5.8
6.8	8.8	10.9	12.9	14.9

Ecrous.
Ecrou usuel h = 0,8d

Ecrou bas
h = 0,5d

Ecrous usuel	4	5	6	8
	10	12	14	
Ecrous bas	04	05	06	08

DÉFINITION DES NOMBRES

- Le premier nombre correspond au centième de la résistance à la rupture par traction du métal en MPa.
- Le deuxième nombre multiplié par le premier correspond au dixième de la résistance élastique du métal en MPa.

- Exemple : Qualité 5.8

Résistance à la traction : 5 x 100 = 500 MPa.
Résistance élastique : 5 x 8 x 10 = 400 MPa.

1MPa = 1N/mm^2

CONJUGAISON - ÉCROU + VIS

- La composition d'un boulon - vis + écrou doit respecter la conjugaison des classes de qualité.
- L'écrou monté sur vis doit avoir la même classe de qualité que celle-ci ; il résistera jusqu'à la rupture de la vis.

Ecrou	Vis	Ø
4 et 04	3.6, 4.6, 4.8	> M16
5 et 05	3.6, 4.6, 4.8	< M16
5 et 05	5.6, 5.8	tous Ø
6 et 06	6.8	tous Ø

Ecrou	Vis	Ø
8 et 08	8.8	tous Ø
10	10.9	tous Ø
12	12.9	< 39
14	14.9	< 39

MARQUAGE DES VIS ET ÉCROUS

- Les têtes de vis d'un diamètre supérieur à M5 sont marquées pour toutes les classes de qualité supérieures à 4.6.
- Les écrous marqués pour toutes les classes de qualité supérieures à 6 pour les écrous usuels et à 05 pour les écrous bas.

NOTION DE GRADES

Les éléments de visserie et de boulonnerie sont classés en fonction de leur mode d'élaboration; cela définit leurs tolérances de fabrication dimensionnelles.
Grades A et B : Elaborés à froid.
Grade C : Elaborés à chaud.

ASSOCIATION DES VIS ET DES ÉCROUS AVEC DES RONDELLES PLATES.

Les rondelles plates de grades A et C montées sous une tête de vis ou un écrou hexagonal doivent tenir compte de la qualité de ceux-ci.

Vis hexagonale		Rondelle	Écrou hexagonal		Rondelle
Grade	Qualité		Grade	Qualité	
C	Jusqu'a 6.8	C	C	Jusqu'a 6	C
A et B	8.8	A	A et B	8	A
A et B	10.9	A	A et B	10	A

NOTA

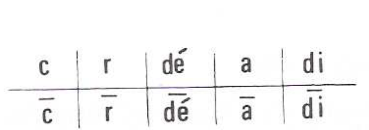
En plus du marquage de la classe de qualité, les vis, les goujons à l'exception des écrous doivent comporter la marque du fabricant de ces éléments.

LIAISONS DÉMONTABLES

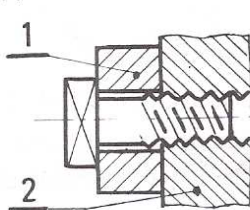
4. VIS D'ASSEMBLAGE

4/01 - FONCTION

☐ Établir entre (1) et (2) une liaison :

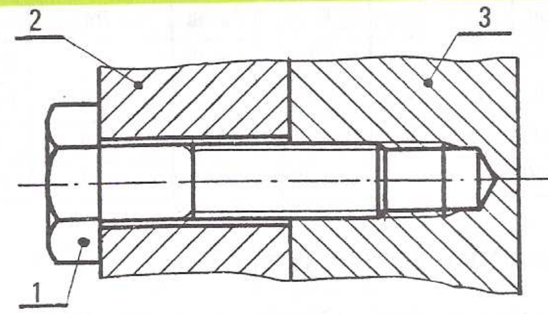


c	r	dé	a	di
$\overline{c}$	$\overline{r}$	$\overline{dé}$	$\overline{a}$	$\overline{di}$



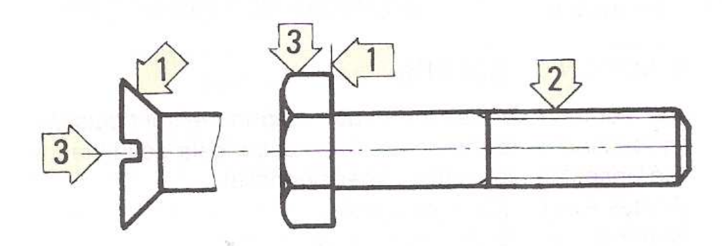
Une liaison effectuée avec une vis d'assemblage est considérée obtenue par adhérence indirecte.

4/02 - ÉLÉMENTS CONSTRUCTIFS



1 : élément d'assemblage   3 : pièce support
2 : pièce à assembler

4/03 - ÉLÉMENTS FONCTIONNELS

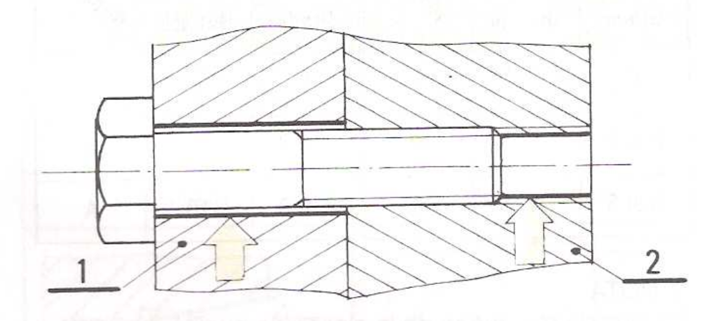


1 **Surface d'appui, plane ou conique** : **élément de poussée.**

2 **Corps fileté :** élément de liaison.

3 **Tête :** élément de manœuvre

4/04 - PRÉPARATION DES PIÈCES A ASSEMBLER

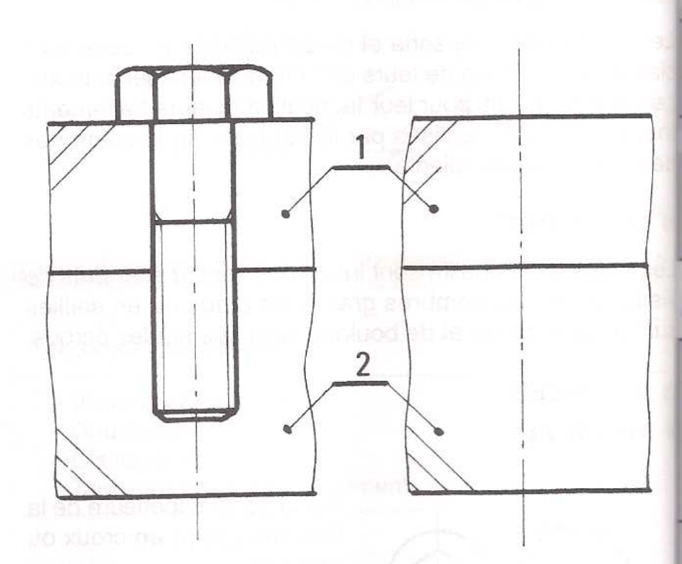


Dans la pièce (1) : trou lisse d'un diamètre supérieur au diamètre nominal de la vis.

Dans la pièce (2) : trou taraudé au diamètre nominal de la vis.

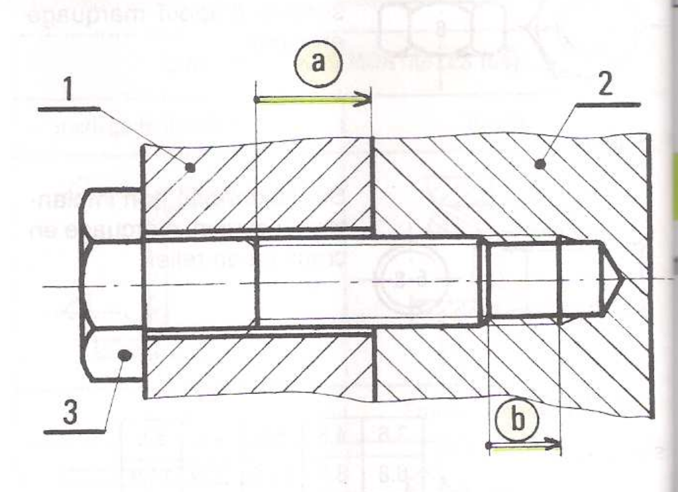
4/05 - DESSINER LES USINAGES EFFECTUÉS SUR LES PIÈCES (1) ET (2) - HACHURER.

- La vis en place
- Les pièces (1) et (2) seules



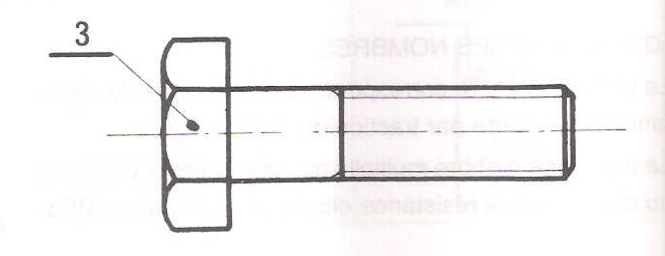
4/06 - CONDITIONS DE BLOCAGE DE LA VIS

- **Condition** (a) : Jeu entre l'arrêt du filetage de la vis et la surface de séparation des pièces.
- **Condition** (b) : Jeu entre le fond du taraudage et l'extrémité de la vis.



1) Établir les chaînes de cotes qui installent les conditions (a) et (b).

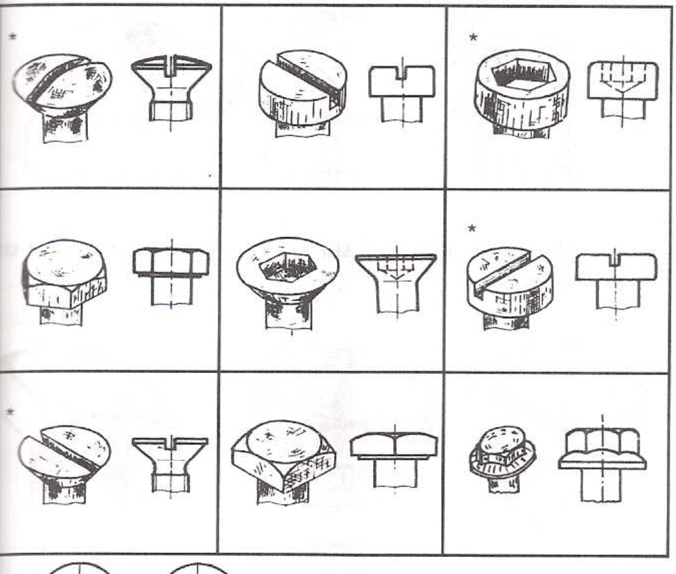
2) Reporter les cotes fonctionnelles relatives à la vis (3) sur le dessin ci-dessous.

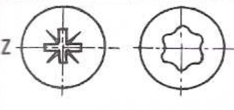


4/07 - SYMBOLES DES TÊTES

Tête hexagonale H	Tête carrée Q	Tête cylindrique fendue CS
Tête cylindrique fendue large CLS	Tête cylindrique à six pans creux CHC	Tête à embase cylindre tronconique
Tête fraisée plate fendue FS	Tête fraisée bombée fendue FBS	Tête fraisée plate à six pans creux FHC

• Désignez les têtes

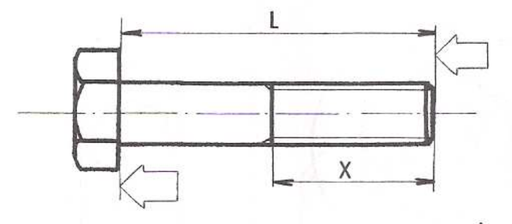




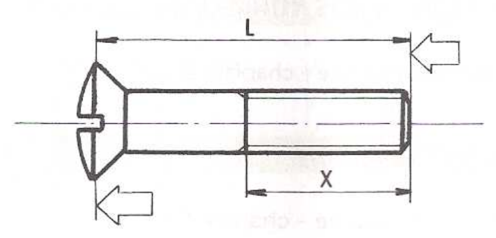
* cas de vis avec empreintes Z ou X

4/08 - LONGUEUR NORMALE (L) LONGUEUR FILETÉE (X)

1) Surface d'appui plane
La longueur normale (L) est comptée de l'extrémité de la tige jusque sous la tête.



2) Surface d'appui conique
La longueur normale (L) est comptée de l'extrémité de la tige jusqu'à la partie supérieure du tronc de cône de la tête.



4/09 - TABLEAU DES LONGUEURS NORMALES

Voir Méthode Active - Chapitre DT 5 - 7 - 8 - 9 - 10

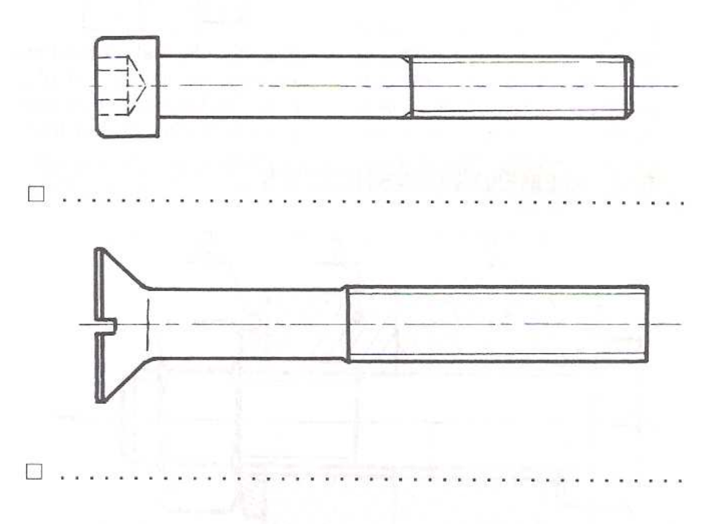
4/10 - DIMENSIONS

Voir Méthode Active - chapitre DT 1 - 2 - 7 - 8 - 9 - 10

4/11 - DÉSIGNATION

Voir Méthode Active - chapitre DT 6

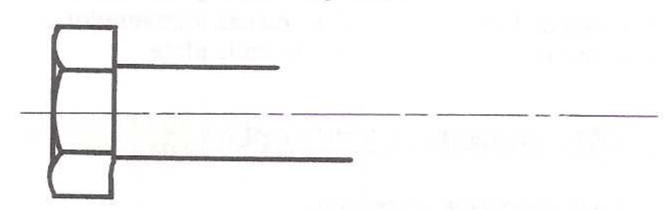
• Désignez les vis dessinées.



☐ ....

☐ ....

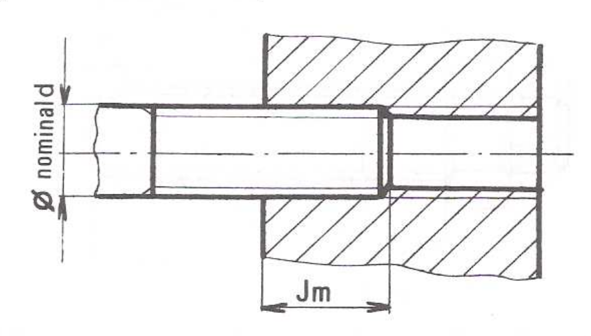
• Terminez le dessin de la vis en utilisant les renseignements donnés par la désignation.



Vis H - M12 - 60

4/12 - IMPLANTATION MINIMALE

Le déblocage d'une vis en acier, implantée dans une pièce en alliage léger, provoque l'arrachement des filets du trou taraudé.
Le démontage d'une vis en acier dans une pièce en alliage léger doit donc être exceptionnel.



Dans l'acier :	Dans la fonte et les alliages de cuivre :	Dans l'aluminium et ses alliages :
Jm = d	Jm = 1,5 d	Jm = 2d

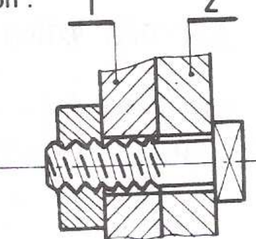
LIAISONS DÉMONTABLES

5. BOULONS

5/01 - FONCTION

☐ Établir entre (1) et (2) une liaison :

c	r	dé	a	di
$\overline{c}$	$\overline{r}$	$\overline{dé}$	$\overline{a}$	$\overline{di}$

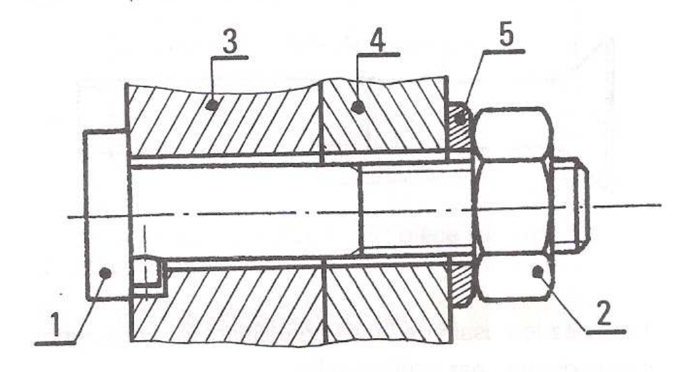


Une liaison effectuée avec un boulon est considérée obtenue par adhérence indirecte.

Remarque :

Lorsque dans une même direction, une liaison est à la fois par obstacle et par adhérence, (exemple : languette plus vis, boulon ou goujon), elle est considérée comme une liaison par obstacle, l'adhérence ne servant qu'au maintien du contact.

5/02 - ÉLÉMENTS CONSTRUCTIFS



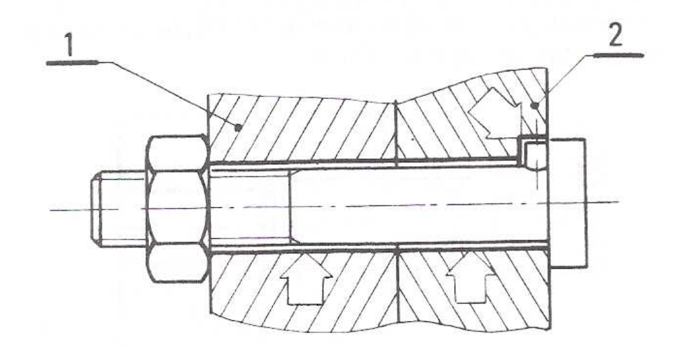
1 : corps de boulon
2 : écrou H
3-4 : pièces à assembler
5 : rondelle plate

5/03 - MANŒUVRE D'UN BOULON

Pour manœuvrer un boulon :

1) Immobiliser le corps en rotation et en translation;
2) Entraîner l'écrou en rotation.

5/04 - PRÉPARATION DES PIÈCES A ASSEMBLER

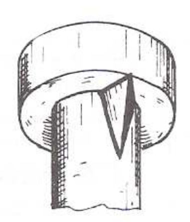
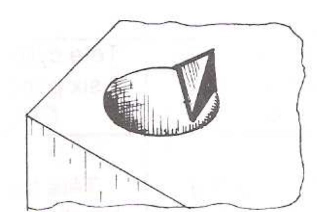


Dans la pièce (1) : trou lisse - diamètre supérieur au diamètre nominal du boulon.

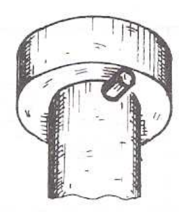
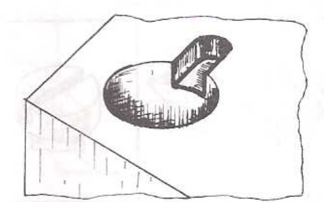
Dans la pièce (2) : trou lisse et éventuellement un logement d'ergot.

5/05 - IMMOBILISATION EN ROTATION DU CORPS D'UN BOULON

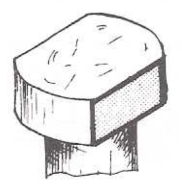
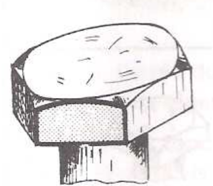
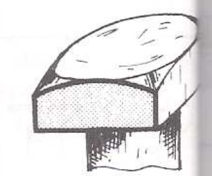
- Ergot brut dans logement effectué au burin.

- Ergot tourné dans logement fraisé.

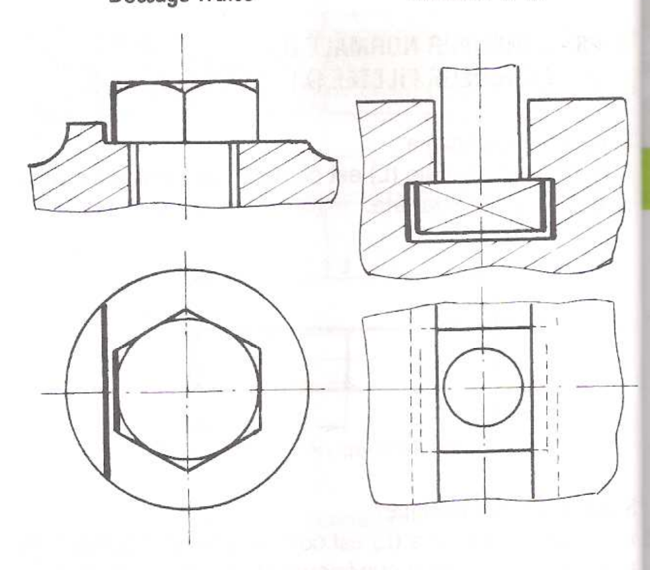



- Plat fraisé ou existant sur la tête du boulon contre un obstacle.

Quelques exemples d'obstacle :

Bossage fraisé — Rainure à té



5/06 - LONGUEURS NORMALES

Voir Méthode Active - chapitre DT 5

5/07 - DÉSIGNATION

Voir Méthode Active - chapitre DT 14/1

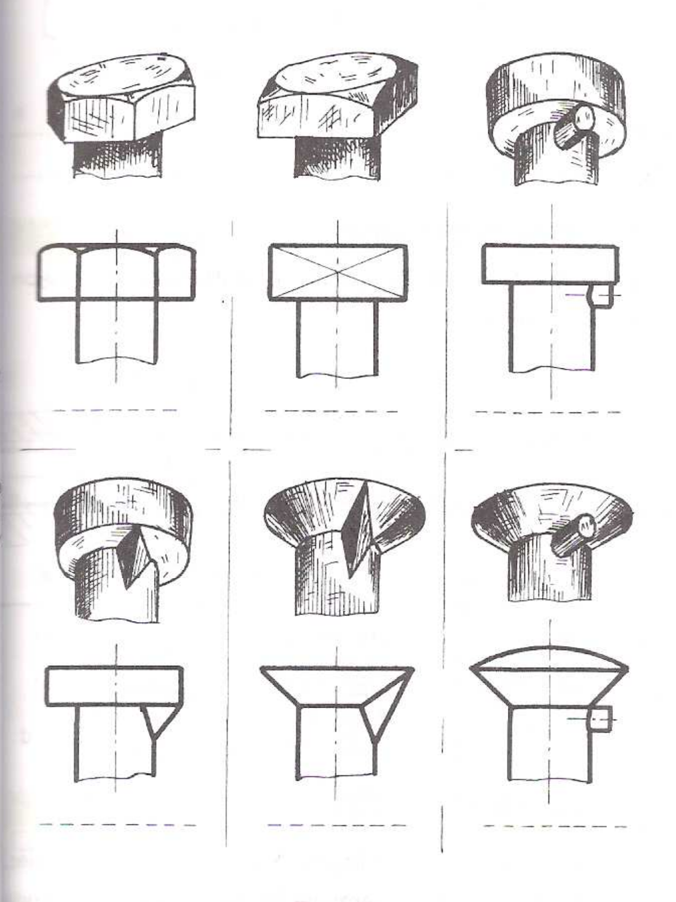
5/08 - SYMBOLES DES TÊTES

Voir Méthode Active - chapitre DT 14/1

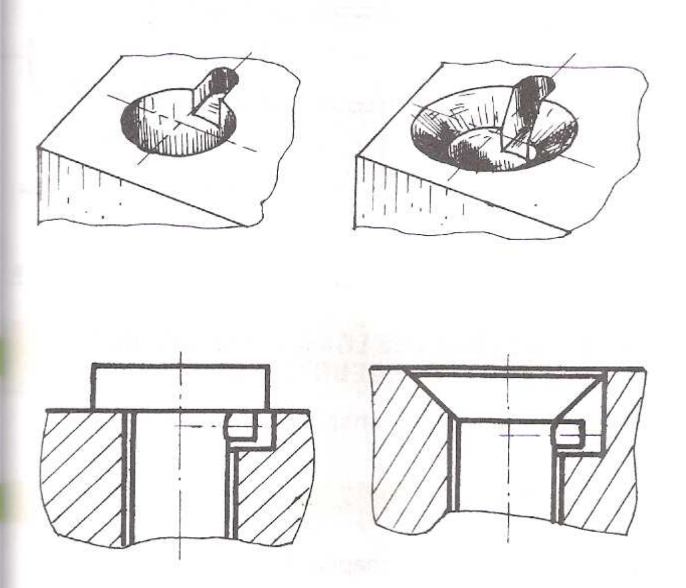
Remarque :

Le corps du boulon étant immobilisé en rotation, la fente ou le six pans creux qui se rencontre sur une vis n'est plus nécessaire.

- Désignez les têtes.

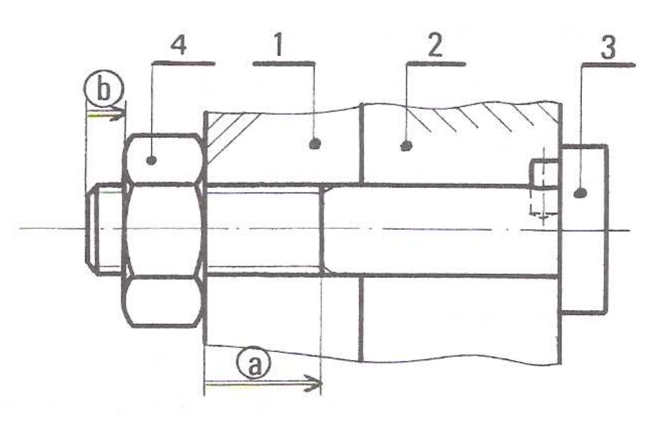


5/09 - USINAGE DU LOGEMENT DE L'ERGOT TOURNÉ



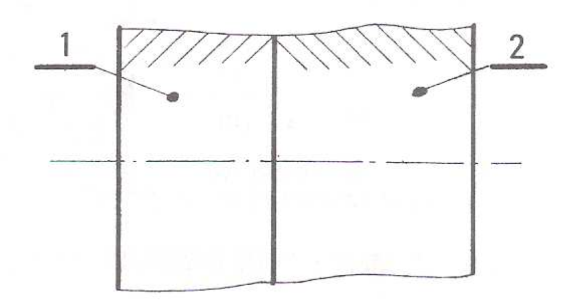
5/10 - Sur l'ensemble ci-dessous, représentez les usinages effectués sur les pièces (1) et (2). Hachurez.

- Établissez les chaînes de cotes qui installent les conditions (a) et (b).

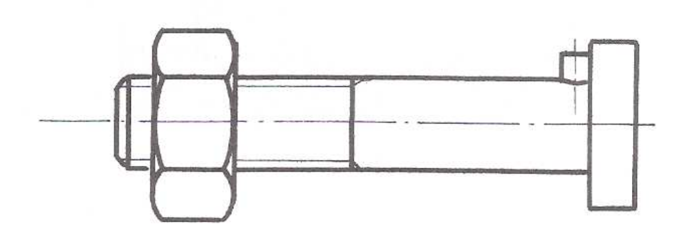


- Ci-dessous, le dessin des pièces (1) et (2) seules.

  Représentez les usinages effectués pour recevoir le boulon (3). Relevez les cotes sur le dessin d'ensemble.

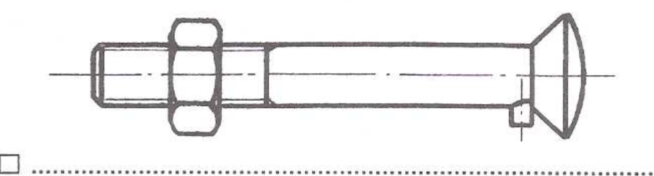


- Reportez sur le dessin ci-dessous les cotes fonctionnelles qui intéressent le boulon.



☐ Désignation : ....

5/11 - DÉSIGNEZ CES DEUX BOULONS (prendre les cotes sur le dessin).



☐ ....

☐ ....

LIAISONS DÉMONTABLES

6. GOUJONS

6/01 - PROBLÈME

Liaison de deux pièces en alliage léger.

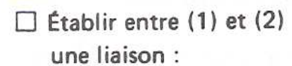
- **Constation.**

Le déblocage d'une vis en acier implantée dans une pièce en alliage léger, provoque l'arrachement des filets du trou taraudé.

- **Conséquence.**

Lorsque le démontage des pièces assemblées doit être envisagé sans détérioration, il faut utiliser pour la liaison des boulons ou des goujons.

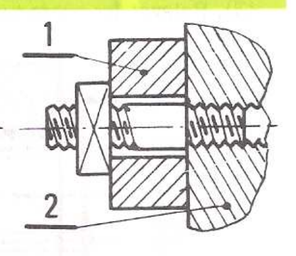
6/02 - FONCTION D'UN GOUJON



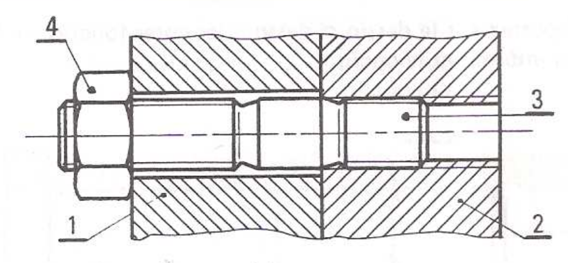
☐ Établir entre (1) et (2) une liaison :

c	r	dé	a	di
$\overline{c}$	$\overline{r}$	$\overline{dé}$	$\overline{a}$	$\overline{di}$

La liaison est considérée obtenue par adhérence indirecte.

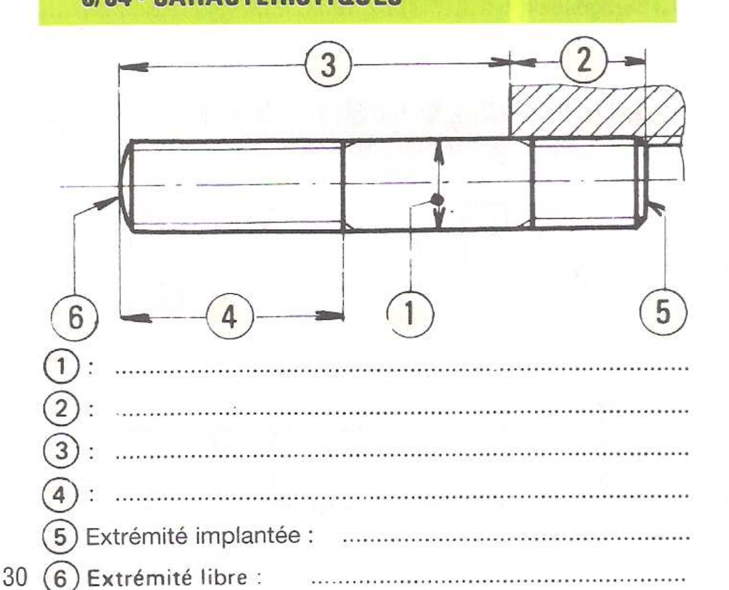


6/03 - ÉLÉMENTS CONSTRUCTIFS



1-2 : pièces à assembler
3 : goujon
4 : écrou H

6/04 - CARACTÉRISTIQUES



① : ....

② : ....

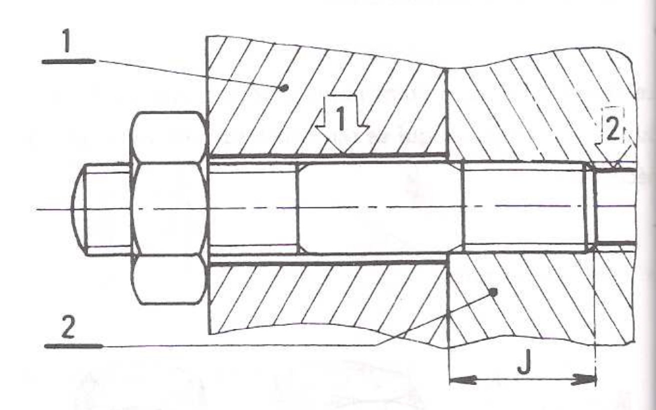
③ : ....

④ : ....

⑤ Extrémité implantée : ....

⑥ Extrémité libre : ....

6/05 - PRÉPARATION DES PIÈCES A ASSEMBLER

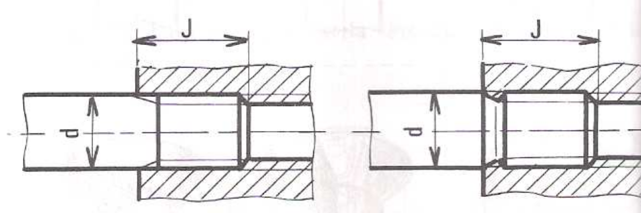


Dans la pièce (1) : trou ....

Dans la pièce (2) : trou ....

6/06 - IMPLANTATION

L'implantation est comptée de l'extrémité du goujo[n] à la surface de liaison.

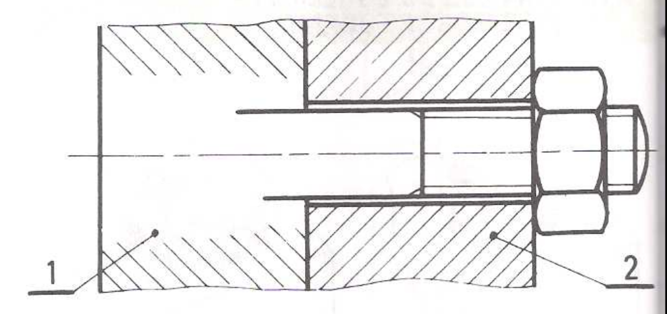


- Goujon - filetage taillé
- Goujon - filetage roulé

Dans métaux durs : aciers, certaines fontes $J \geqslant 1{,}5\ d$	Dans métaux tendres : fontes, cuivre et ses alliages $J \geqslant 2\ d$	Dans métaux très tendres : aluminium et ses alliages $J \geqslant 2{,}5\ d$

6/07 - EXERCICE

- Le goujon ci-dessous est implanté dans une pièce en acie[r]. Calculez l'implantation et terminez le dessin. Le trou tarau[dé] est débouchant. (Goujon - filetage taillé.)



☐ **Désignation :** ....

6/08 - TABLEAU DES LONGUEURS NORMALES ET DES LONGUEURS FILETÉES

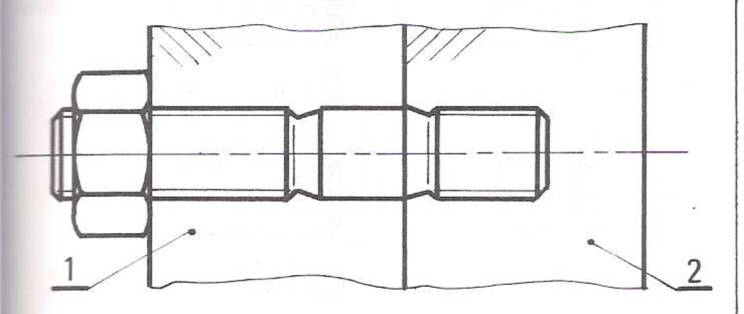
Voir Méthode Active - chapitre DT 5

6/09 - DESIGNATION

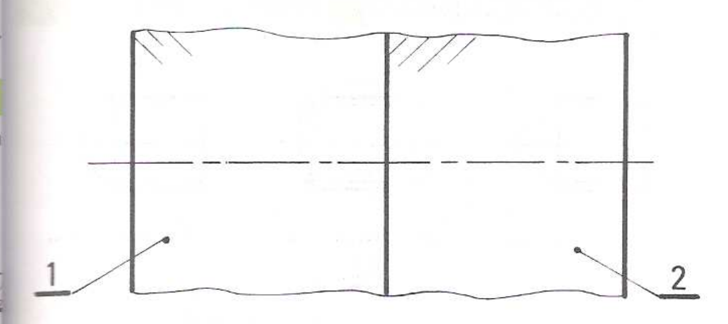
Voir Méthode Active - chapitre DT 15/3

6/10 - DESSINEZ LES USINAGES EFFECTUÉS SUR LES PIÈCES (1) ET (2) - HACHUREZ

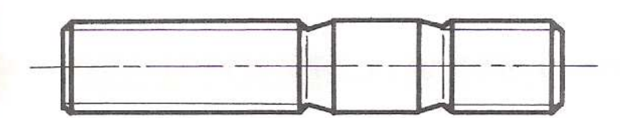
- Le goujon en place. (Goujon taillé)



- Les pièces (1) et (2) seules.



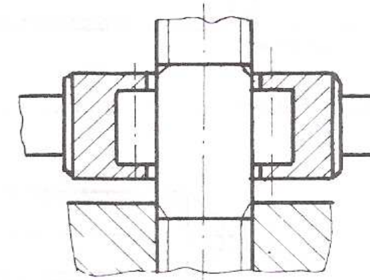
- Relevez sur le dessin ci-dessous, les cotes caractéristiques du goujon. Placez sur le dessin les lignes de cotes et les chiffres.



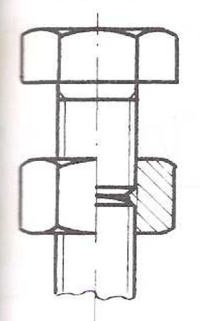
☐ Désignation : ....

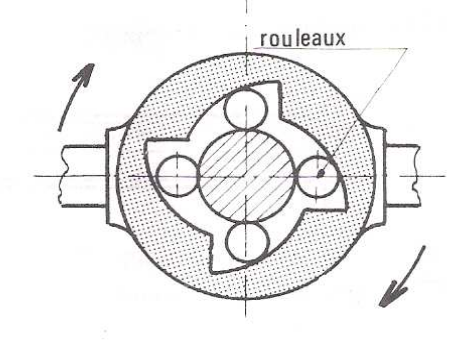
6/11 - MISE EN PLACE

- Deux écrous
- Goujonneuse



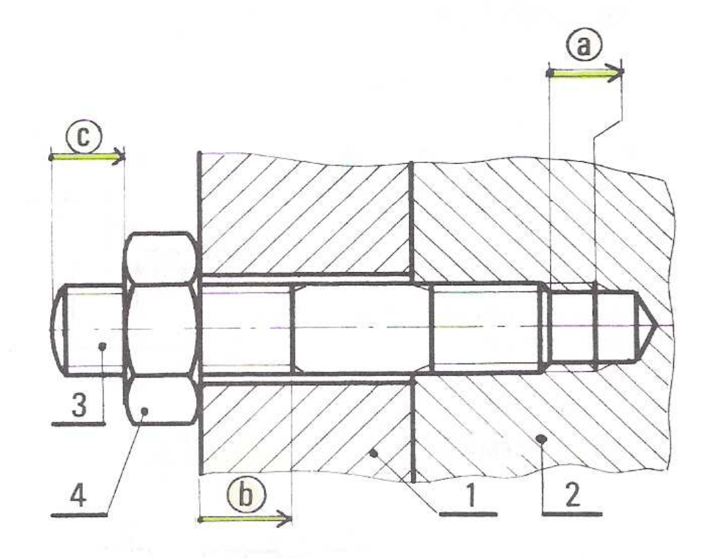
- Vis et écrou





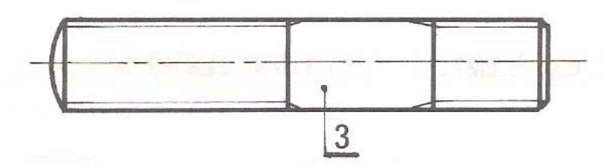
6/12 - LES CONDITIONS

- Conditions (a): blocage du goujon (3) sur (2).
- Condition (b): blocage de (1) sur (2).
- Condition (c): dépassement du goujon.



- 1) Établir les chaînes de cotes qui installent les conditions (a), (b) et (c).

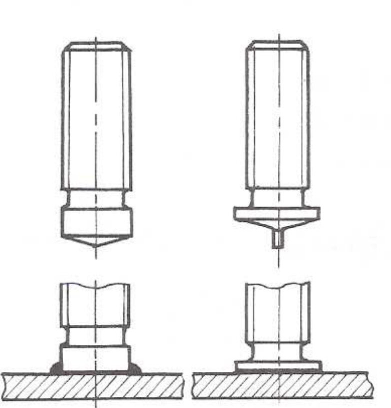
  2) Reportez les cotes fonctionnelles relatives au goujon (3), sur le dessin ci-dessous.

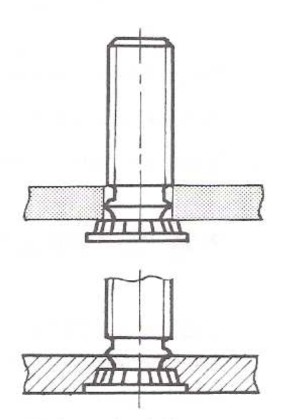


☐ Désignation : ....

6/13 - GOUJONS SOUDÉS - GOUJONS À SERTIR

- Goujons soudés avant soudage
- Goujons à sertir avant sertissage





- Le soudage permet la liaison des goujons sur des supports minces.
- La soudure est obtenue par résistance.

- Enfoncés à la presse dans supports minces.
- Existent en acier, laiton, cuivre, alliage d'alu.

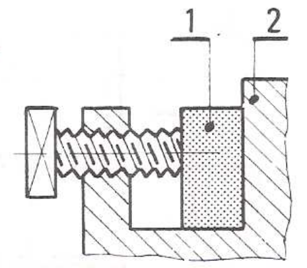
LAISONS DÉMONTABLES

7. VIS DE PRESSION

7/01 - FONCTION

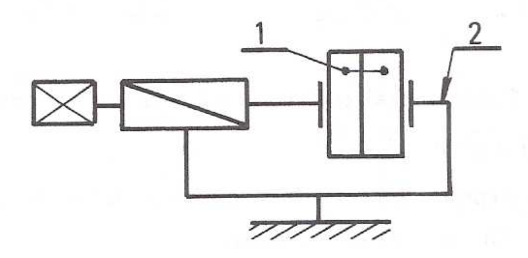
☐ Établir entre (1) et (2) une liaison :

c	r	dé	a	di
$\overline{c}$	$\overline{r}$	$\overline{dé}$	$\overline{a}$	$\overline{di}$

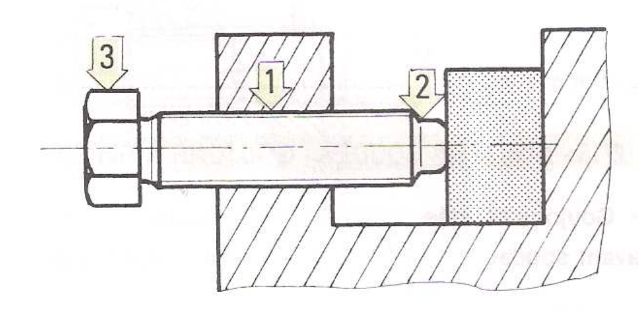


Une liaison effectuée avec une vis de pression est considérée obtenue par adhérence indirecte.

7/02 - SCHÉMA



7/03 - ÉLÉMENTS FONCTIONNELS



1 **Corps fileté :** élément de liaison.

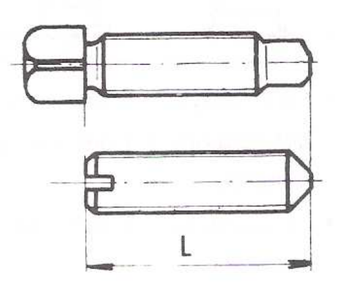
2 **Extrémité :** élément de pression.

3 **Tête :** élément de manœuvre.

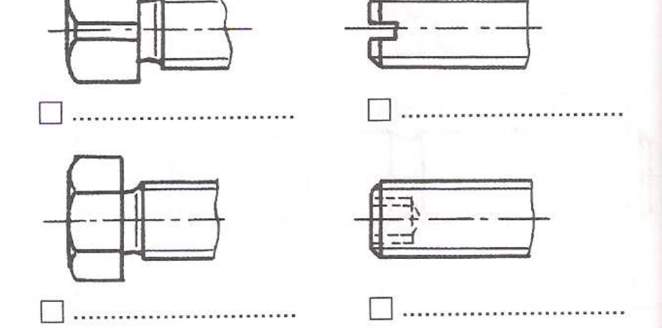
7/04 - LONGUEUR NORMALE

- **VIS AVEC TÊTE**
  La longueur normale est comptée de l'extrémité (bout compris) jusque sous la tête.

- **VIS SANS TÊTE**
  La longueur normale est la longueur totale de la vis.



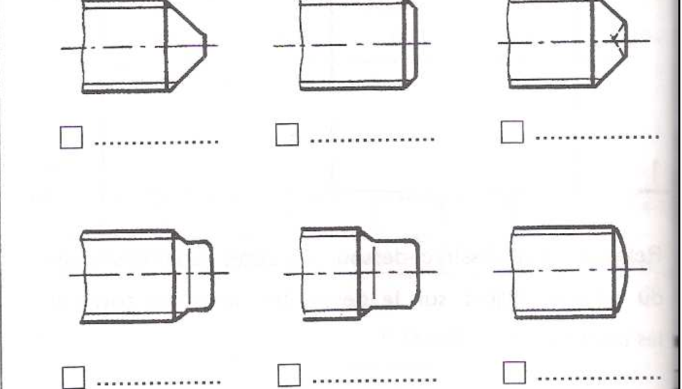
7/05 - TÊTES



☐ .... ☐ ....

☐ .... ☐ ....

7/06 - EXTRÉMITÉS



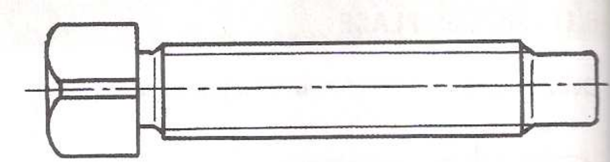
☐ .... ☐ .... ☐ ....

☐ .... ☐ .... ☐ ....

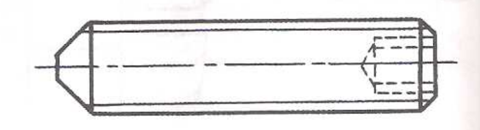
7/07 - DÉSIGNATION

Voir Méthode Active - chapitre DT 19/06

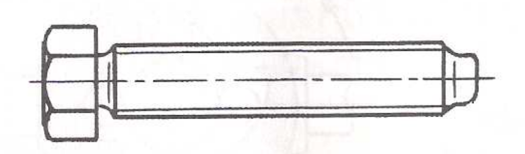
- Désignez les vis dessinées.
  Relevez les cotes sur le dessin.



☐ Désignation : ....



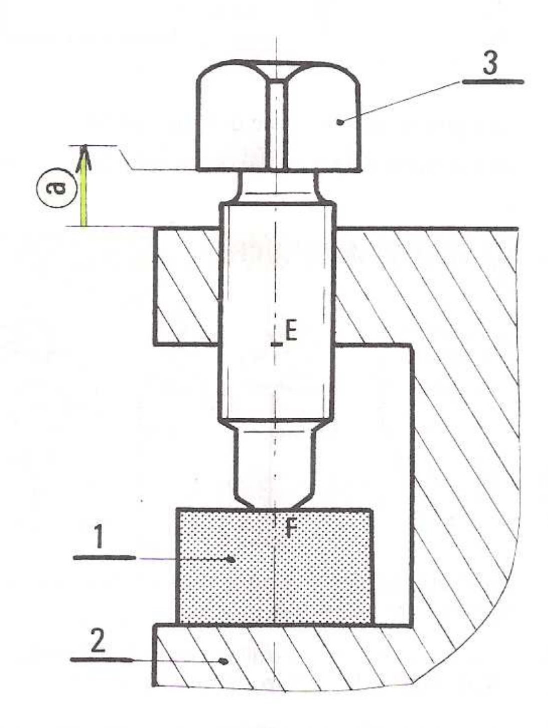
☐ Désignation : ....



☐ Désignation : ....

7/08 - OUTIL DE TOUR

Le dessin ci-dessous représente une vis de pression (3) immobilisant un outil de tour (1) sur la tourelle (2) :



- La surface sous la tête de la vis a-t-elle un rôle à jouer ?

☐ .... (oui ou non)

- Quelle contrainte supporte la partie de la vis comprise entre (E) et (F).

☐ ....

- L'outil (1) étant en acier de grande dureté, la vis risque-t-elle de se déformer ?

☐ .... (oui ou non)

- Quel traitement fait-on subir à l'extrémité de la vis pour éviter cet écrasement ?

☐ ....

- Y-a-t-il un inconvénient à ce que la distance (EF) soit grande : si oui Lequel ?

☐ ....

7/09 - CONDITION DE SERRAGE

- **Condition** (a): Le dessous de la tête ne doit pas entrer en contact avec la pièce (2).

☐ Établir la chaîne de cotes qui installe la condition (a) (dessin ci-dessus).

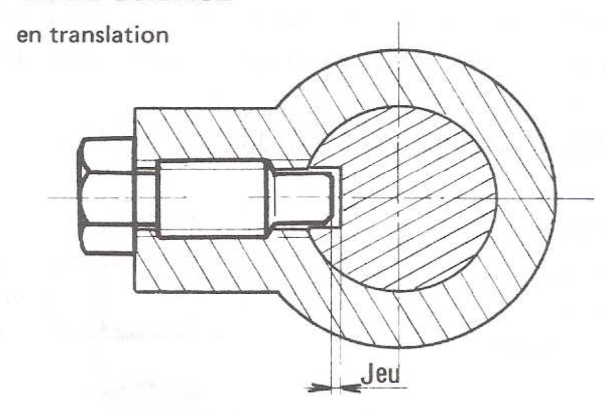
7/10 - CHOIX DES VIS DE PRESSION

Voir Méthode Active - chapitre DT 19/02

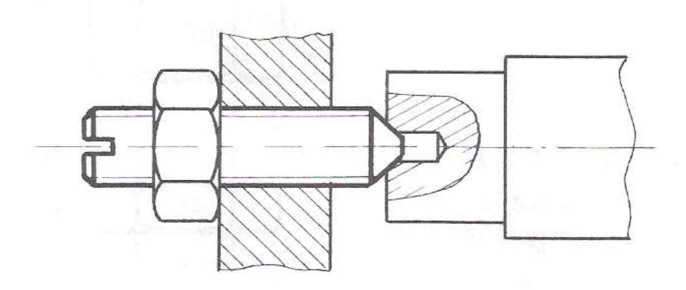
7/11 - AUTRES USAGES DES VIS DE PRESSION

- **VIS DE GUIDAGE**

en translation

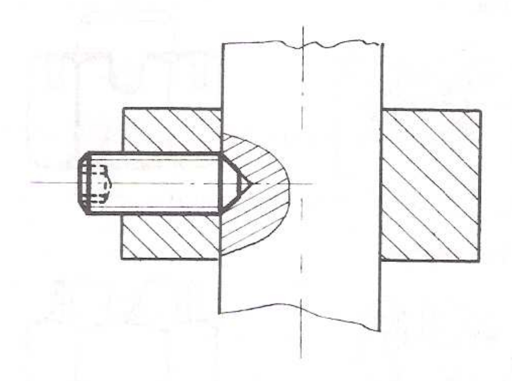


en rotation



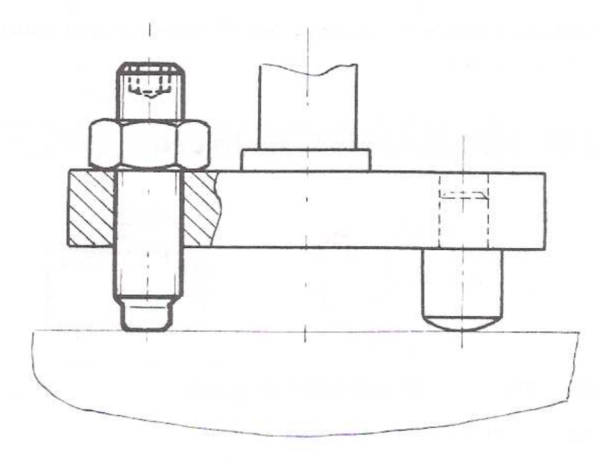
- **VIS D'ARRÊT**

Immobilisation d'une bague.



- **VIS DE RÉGLAGE**

Mise de niveau d'un support



LIAISONS DÉMONTABLES

8. ÉCROUS – RONDELLES

8/01 - ÉCROUS - FONCTION

Associé à un boulon, un goujon ou une tige filetée quelconque, un écrou assure une liaison démontable.

8/02 - ÉCROUS HEXAGONAUX

- **ÉCROU USUEL**

  symbole H

  B = 0,8 Ø

  Style 1

- **ÉCROU HAUT**

  symbole : HH

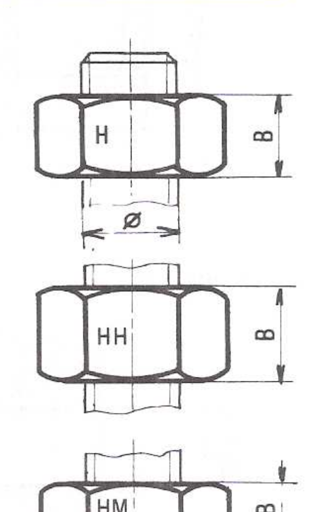
  B = Ø

  Style 2

- **ÉCROU MINCE**

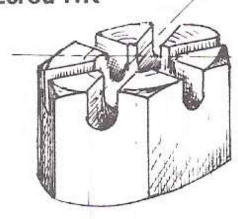
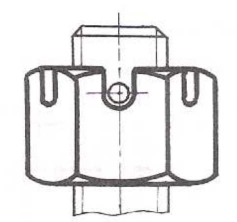
  symbole HM

  B = 0,5 Ø



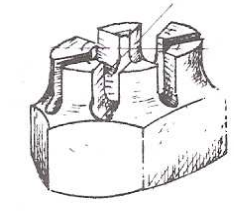
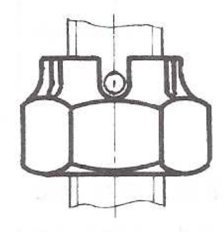
8/03 - ÉCROUS À CRÉNEAUX

- **Écrou HK**

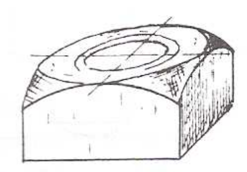
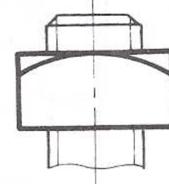


- **Écrou HK dégagé**

– Utilisés lorsque le freinage doit être de sécurité absolue. Voir chapitre 9.

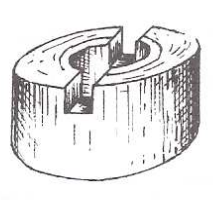
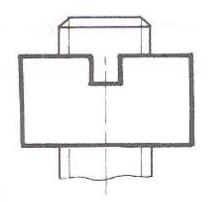
8/04 - ÉCROUS CARRÉS - symbole : Q

– permettent un serrage très énergique.

– surtout utilisés en charpente en bois.

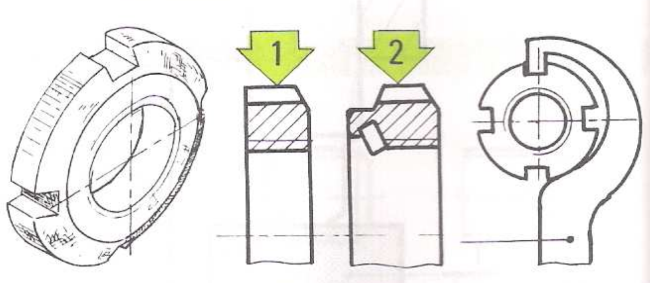
8/05 - ÉCROUS CYLINDRIQUES - Symbole C

– serrage peu important avec une clé spéciale.

– utilisés surtout dans l'industrie électrique.

8/06 - ÉCROUS A ENCOCHES



– Utilisés principalement pour serrer la bague intérieure d'un roulement sur un arbre.



Écrou à encoches utilisé avec une rondelle-frein. Voir Méthode Active - chapitre DT 24



Écrou auto-freiné « Nylstop » utilisé sans rondelle-frein et sans rainure dans l'arbre.

8/07 - AUTRES ÉCROUS

Voir Méthode Active - chapitre DT 11 - DT 12

8/08 - RONDELLES PLATES

1) FONCTION

- Augmenter la surface d'appui de l'écrou ou de la vis.
- Protéger la surface de la pièce contre les marques laissées par l'écrou ou la vis.

2) REMARQUE

En aucun cas une coudelle plate ne peut être utilisée pour freiner un écrou ou une vis. (Voir chapitre 9, les rondelles spécialement destinées à assurer cette fonction).

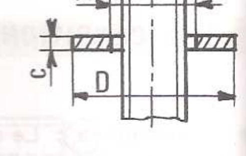
3) DIFFÉRENTES SÉRIES

Elles existent en 4 séries de dimensions.

- Série étroite – grade A.
- Série normale grades A et C. grade A chanfreinées.
- Série large – grades A et C.
- Série très large – grade C.

4) QUALITÉS :

grade A : dureté 300-300HV
grade C : dureté 100HV



Elles sont soit brutes de découpage, soit usinées, elles peuvent subir un traitement de surface.

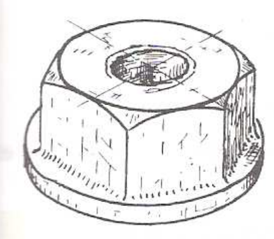
Voir Méthode Active – Chapitre DT 21

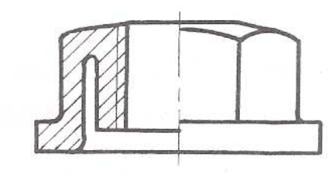
ÉCROU ÉLASTIQUE

L'écrou élastique augmente l'efficacité du serrage dans un assemblage. De plus, il est auto-freiné. Ces avantages justifient que nous lui consacrions un chapitre particulier entre celui consacré aux écrous et celui qui concerne le freinage des vis et écrous.

L'action de l'écrou élastique dans un assemblage est comparable à l'action des rondelles élastiques (*Grower, Belleville, etc...*) pour freiner les vis et les écrous.

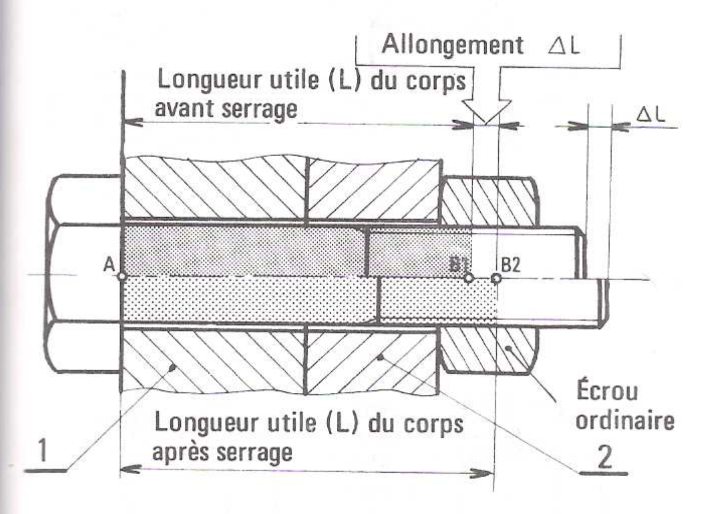
8/09 - L'ÉCROU ÉLASTIQUE - SON IMAGE





8/10 - CONDITIONS D'EFFICACITÉ DU SERRAGE DANS UN ASSEMBLAGE

La recherche des conditions qui assurent l'efficacité d'un bon serrage est nécessaire avant de comprendre l'action d'un écrou élastique dans un assemblage.



Un boulon agit comme un ressort

Dans un assemblage avec un boulon, le corps du boulon se comporte comme un ressort sur lequel on tire. Le couple de serrage provoque l'allongement élastique (Δ L) du corps du boulon qui, par réaction, crée une pression de serrage.

Déformation de l'écrou ordinaire

La déformation de l'écrou comprimé est négligeable.

L'allongement et l'efficacité de la liaison

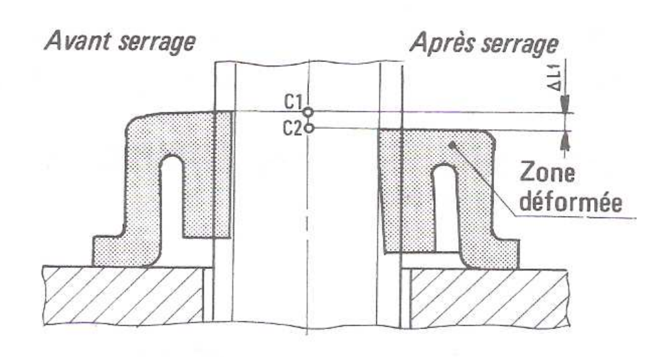
La liaison est d'autant plus efficace et durable que l'allongement (ΔL) du corps du boulon sera plus important.

Liaison avec un boulon court

Lorsque les pièces à assembler sont peu épaisses, la longueur utile du corps du boulon est petite et l'allongement (ΔL) est très faible. Quelques vibrations suffisent alors pour provoquer le desserrage de l'écrou.

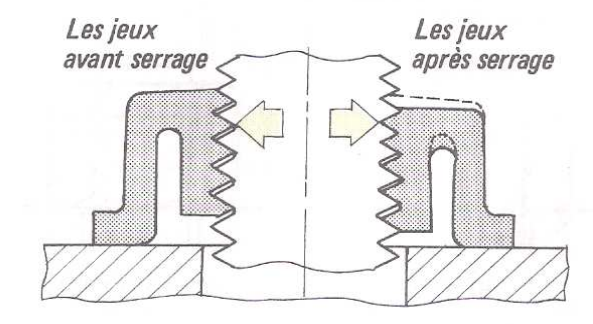
8/11 - ACTION DE L'ÉCROU ÉLASTIQUE

Un écrou dit «élastique» accepte une déformation élastique (ΔL1) sous l'action du couple de serrage. Cette déformation s'ajoute à l'allongement du corps du boulon (ΔL) et favorise ainsi une liaison durable en particulier pour les boulons courts.



8/12 - L'ÉCROU ÉLASTIQUE ET SON SYSTÈME AUTO-FREIN

La déformation de l'écrou tend à resserrer l'écrou contre la tige filetée (étranglement). Les jeux entre les filets se trouvent ainsi supprimés, ce qui provoque un coincement qui freine l'écrou.



8/13 - USAGE DE L'ÉCROU ÉLASTIQUE

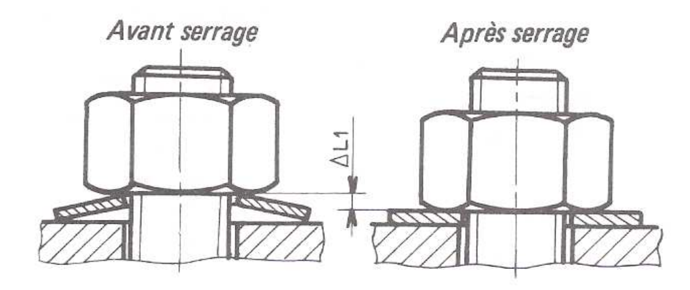
Un écrou élastique s'utilise comme un écrou ordinaire avec cette particularité que pour une même tension du boulon, le couple de serrage à lui appliquer doit être supérieur à celui appliqué à l'écrou ordinaire.

L'emploi de l'écrou élastique est surtout intéressant dans le cas de visserie dit «courte» (carrosserie automobile, électroménager, tôlerie industrielle, etc...).

8/14 - ACTION DES RONDELLES ÉLASTIQUES

L'écrasement (ΔL1) d'une rondelle Belleville s'ajoute à l'allongement (ΔL) du corps du boulon. La réserve d'élasticité de l'assemblage est ainsi augmentée.

Les rondelles Grower et à dents ont en plus l'avantage de pénétrer légèrement dans l'écrou et dans la pièce, ce qui augmente encore leur efficacité.



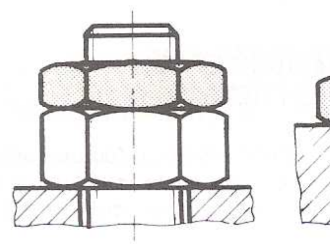
LIAISONS DÉMONTABLES 9. FREINAGE DES VIS ET DES ÉCROUS

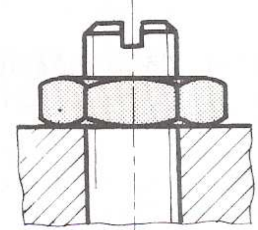
9/01 - FONCTION

S'opposer au desserrage des vis et des écrous soumis aux chocs, aux vibrations ou aux différences de température.

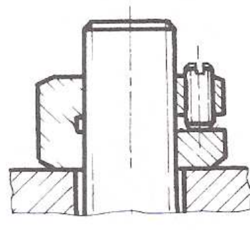
9/02 - DISPOSITIFS UTILISANT L'ADHÉRENCE (sécurité relative)

- **Le contre-écrou**

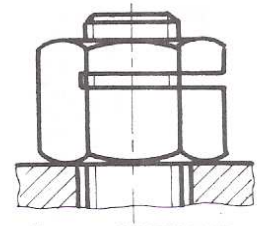




- **Dispositifs coinçant les filets**



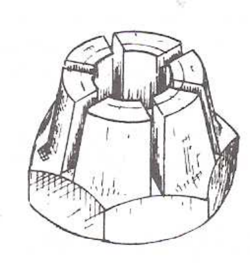
Ecrou fendu

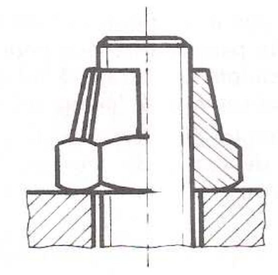


Ecrou «SNEPNUT»

- **Écrous «haute température»**

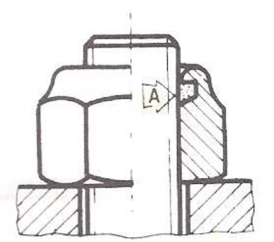
Après taraudage de l'écrou, la partie conique est resserrée.

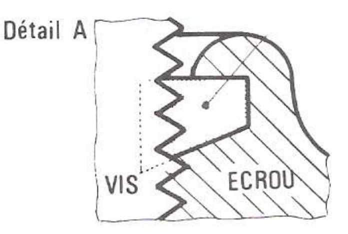




- Ecrous auto-freinés

La pression produite par la compression, au montage, d'une bague en nylon empèche l'auto-desserrage de l'écrou.



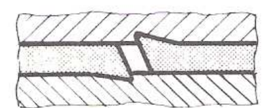


- **Rondelles «GROWER»**
- **Rondelles à dents**

Ces rondelles en acier à ressort pénètrent légèrement dans l'écrou et la pièce augmentant ainsi le freinage.

Remarque : Ces rondelles ne peuvent être utilisées qu'une ou deux fois, ensuite elles perdent leur efficacité.

détail : rondelle Grower



détail : rondelle à dents

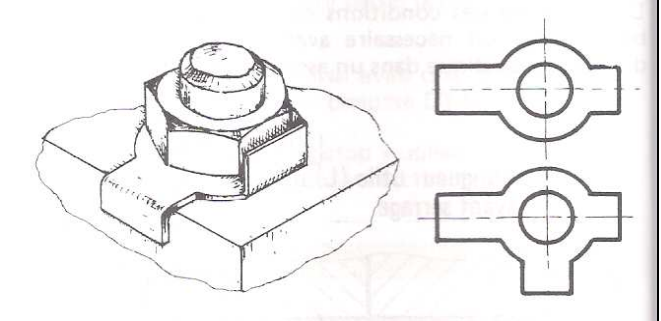


- ***Rondelles «BELLEVILLE» en acier à ressort***

Voir ces rondelles sur la Méthode Active - chapitres DT 22 et DT 23

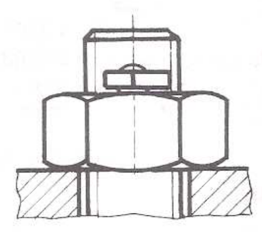
9/03 - DISPOSITIFS FORMANT OBSTACLE (sécurité absolue)

- **Plaquettes, arrêtoirs à ailerons**

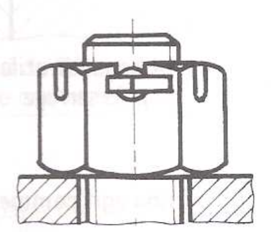


- **Goupillage - Goupille «V»**

Derrière l'écrou



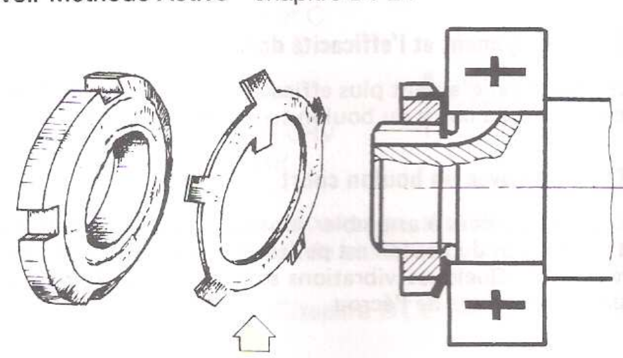
A travers l'écrou



- **Rondelles - freins**

Utilisées avec un écrou à encoches pour le serrage des roulements.

Voir Méthode Active - chapitre DT 24

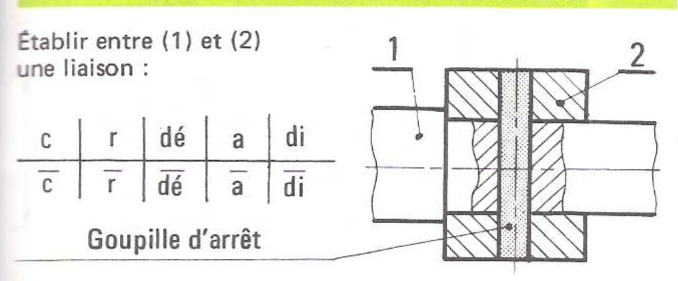


LIAISONS DÉMONTABLES

10. GOUPILLAGE

10/01 - GOUPILLE D'ARRÊT - FONCTION

Établir entre (1) et (2) une liaison :



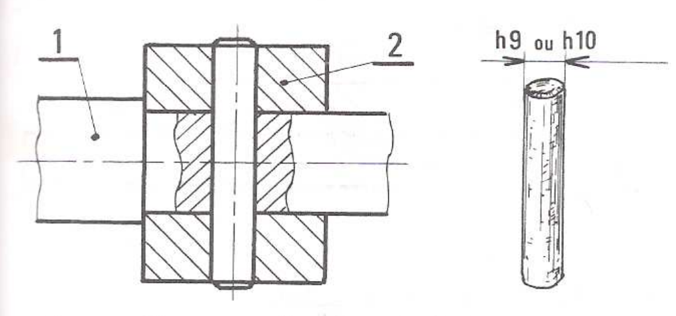
c	r	dé	a	di
$\overline{c}$	$\overline{r}$	$\overline{dé}$	$\overline{a}$	$\overline{di}$

10/02 - PRINCIPE DU MONTAGE

- Les pièces (1) et (2) sont percées ensemble après montage ; certaines goupilles nécessitent ensuite l'alésage du trou.
- La goupille traverse les deux pièces et doit se maintenir dans son logement.

Remarque :
La goupille subit des efforts qui tendent à la cisailler. Les efforts à transmettre devront donc être très modérés.

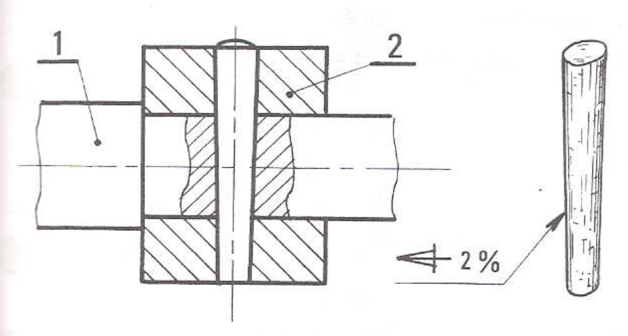
10/03 - GOUPILLE CYLINDRIQUE - ACIER STUBS



- Ces goupilles sont prises dans de l'acier «stubs» : acier rond calibré poli - tolérance h9 ou h10.
- Pour un positionnement, utiliser les « goupilles cylindriques non trempées » normalisées.
  Voir Méthode Active - chapitre DT 32/1 et chapitre 30/08 de ce Dossier de Technologie de Construc.

10/04 - GOUPILLE CONIQUE - Symbole « R »

Voir Méthode Active - chapitre DT 32/02

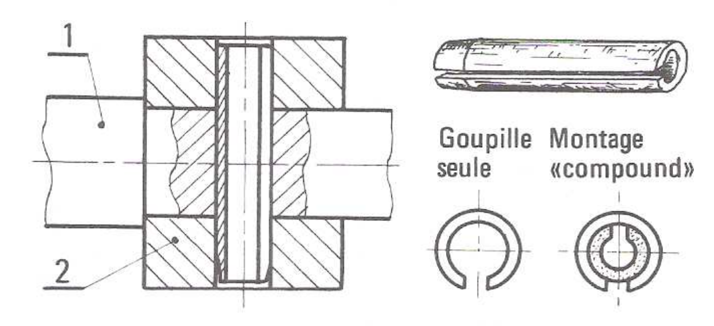


Le trou doit être alésé avec un alésoir conique, après assemblage des deux pièces.

Remarque importante :
Les goupilles d'arrêt cylindriques et coniques sont de plus en plus remplacées par des goupilles élastiques ou cannelées qui se montent dans des trous bruts de perçage.

10/05 - GOUPILLE ÉLASTIQUE - MÉCANINDUS

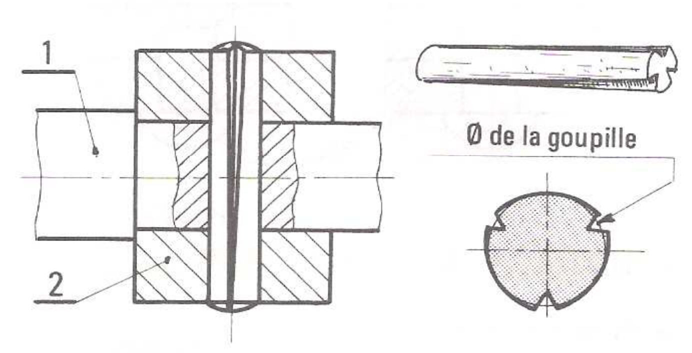
Voir Méthode Active - chapitre DT 32/5



- La goupille élastique se monte dans un trou brut de perçage légèrement inférieur au diamètre de la goupille.
- Les goupilles élastiques sont réalisées en acier traité. Elles résistent bien aux efforts de cisaillement. Le montage «compound» est utilisé lorsque les efforts de cisaillement sont importants.
- Les goupilles élastiques sont légères.

10/06 - GOUPILLE CANNELÉE -

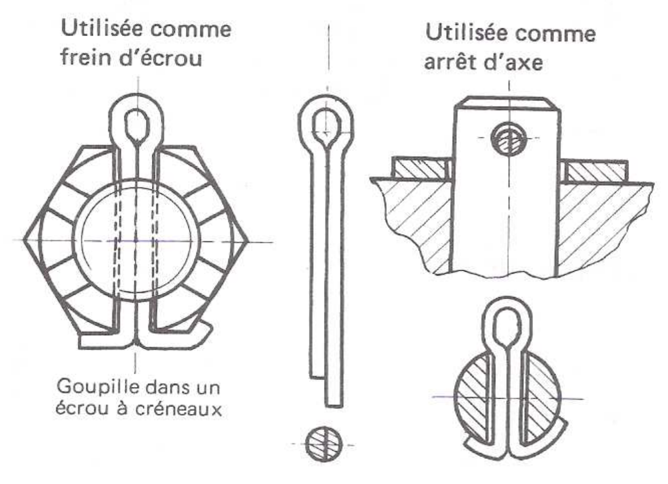
Voir Méthode Active - chapitre DT 32/08



- Les cannelures pratiquées sur la goupille sont obtenues par refoulement du métal.
- La goupille est montée dans un trou brut de perçage, percé au diamètre de la goupille.
- La goupille, après montage, est légèrement comprimée.

10/07 - GOUPILLE FENDUE - Symbole « V »

Voir Méthode Active - chapitre DT 32/06



Remarques :
- **La goupille n'est pas ajustée dans le trou.**
- **Les deux branches de la goupille n'ont pas la même longueur. Pourquoi ?**

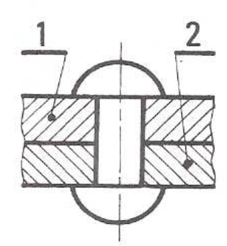
LIAISONS NON DÉMONTABLES

11. RIVETAGE

11/01 - FONCTION (rivetage à froid)

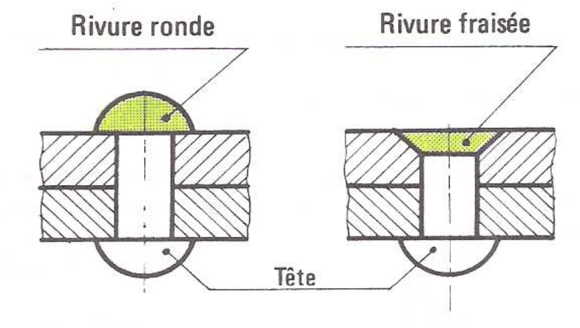
☐ Établir entre (1) et (2) une liaison :

c	r	dé	a	di
$\overline{c}$	$\overline{r}$	$\overline{dé}$	$\overline{a}$	$\overline{di}$



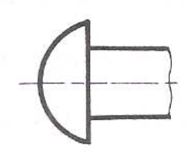
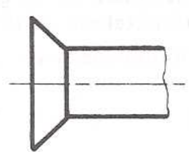
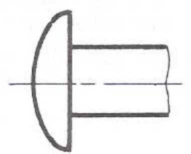
Avec un rivetage à froid, la liaison est considérée obtenue par obstacle indirect. Avec un rivetage à chaud, la liaison est considérée obtenue par adhérence indirecte.

11/02 - RIVURES

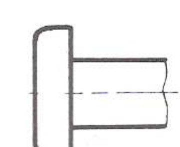
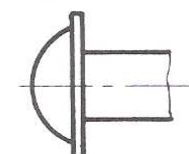
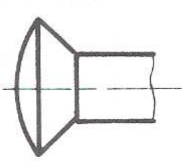


11/03 - TÊTES DES RIVETS

- Symboles des têtes ? :

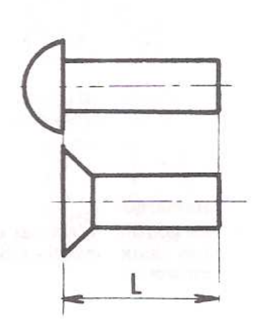

☐ ....

☐ ....

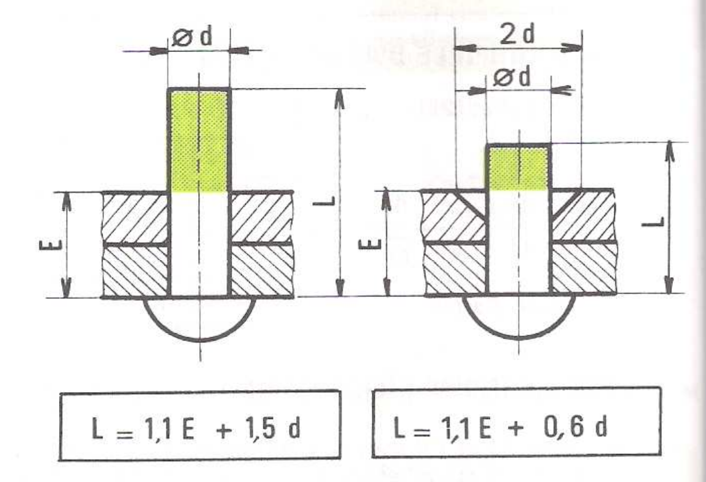
11/04 - LONGUEUR «L»

Sauf pour les rivets à tête fraisée, la longueur est comptée de l'extrémité de la tige jusque sous la tête.



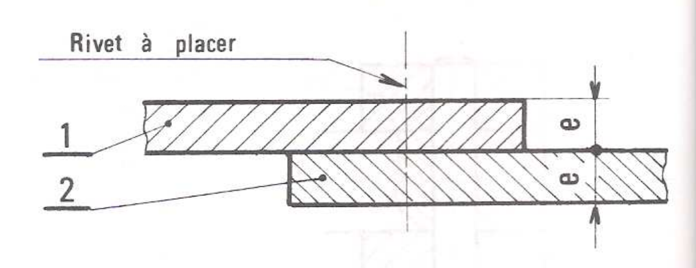
11/05 - CALCUL DE LA LONGUEUR

- Rivure ronde
- Rivure fraisée



11/06 - RECHERCHE DU DIAMÈTRE

Recherche du diamètre d'un rivet connaissant l'épaisseur «e» des tôles à assembler.



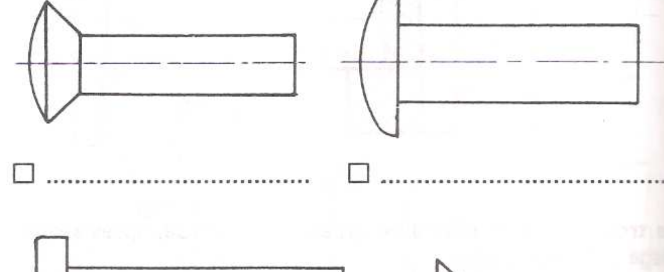
$d \geqslant 1{,}6\,e$ ou $d \simeq \dfrac{45e}{15 + e}$

11/07 - DÉSIGNATION

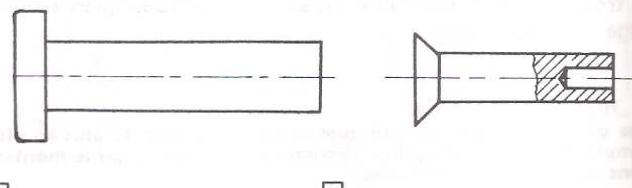
Voir Méthode Active - chapitre DT 25/06

- Désignez les rivets dessinés.

  Relevez les cotes sur le dessin.



☐ .... ☐ ....

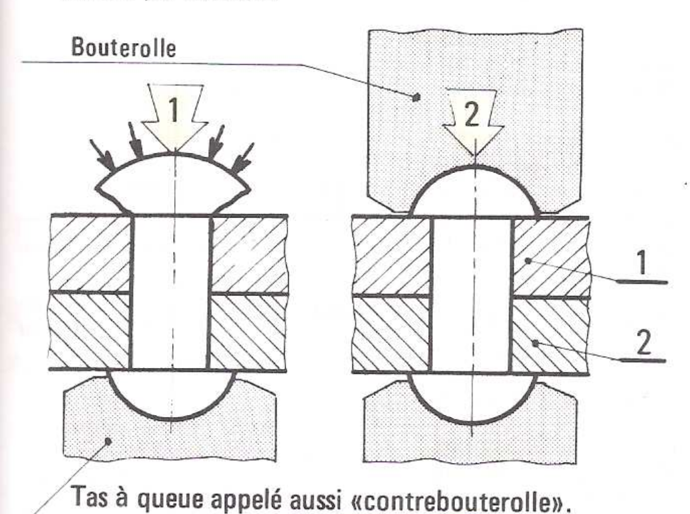


☐ .... ☐ ....

FORMATION DE LA RIVURE

11/08 - RIVETAGE À FROID

Liaison par obstacle



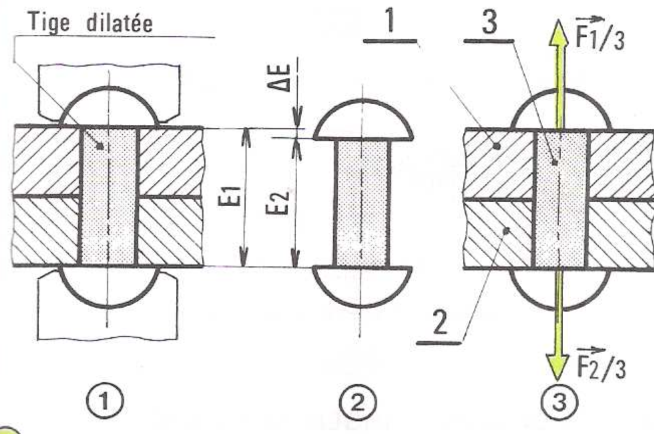
1. La tête du rivet posée sur un tas, on procède à l'écrasement au marteau de l'extrémité de la tige.

2. La rivure est terminée à la bouterolle.

La liaison entre (1) et (2) est une liaison par obstacle.

11/09 - RIVETAGE À CHAUD

Liaison par adhérence



① * Le rivet est chauffé au rouge. Il est rapidement mis en place et la rivure est immédiatement formée. *La tige est dilatée.*

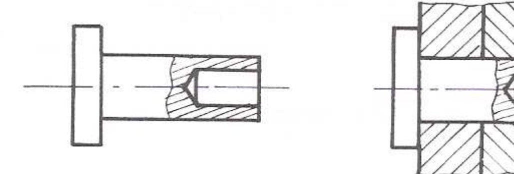
② * En se refroidissant, la tige du rivet se rétrécit ($E2 < E1$). *La rivure et la tête du rivet tendent à se rapprocher.*

③ * E1 ne pouvant pas diminuer, la tige du rivet se trouve alors étirée (forces $\overrightarrow{F1}/3$ et $\overrightarrow{F2}/3$).

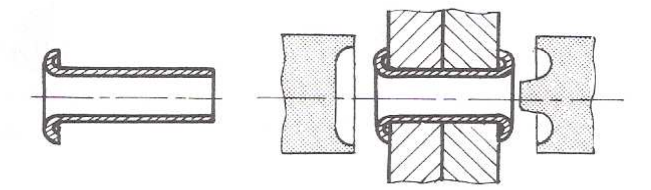
La liaison entre (1) et (2) est une liaison par adhérence.

11/10 - RIVETS DIVERS

- **Rivets à tige perforée**

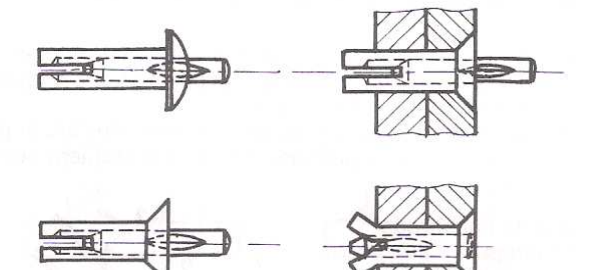


- **Rivets creux**



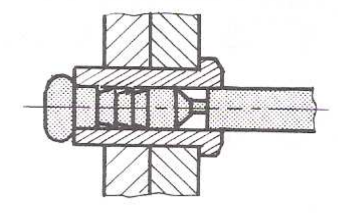
- **Rivets «LGC»**

Pour rivetage d'éléments accessibles d'un seul côté.

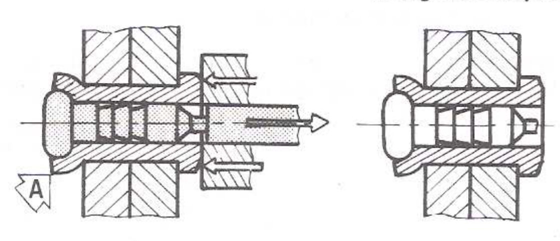


- **Rivets «GESIPA»**

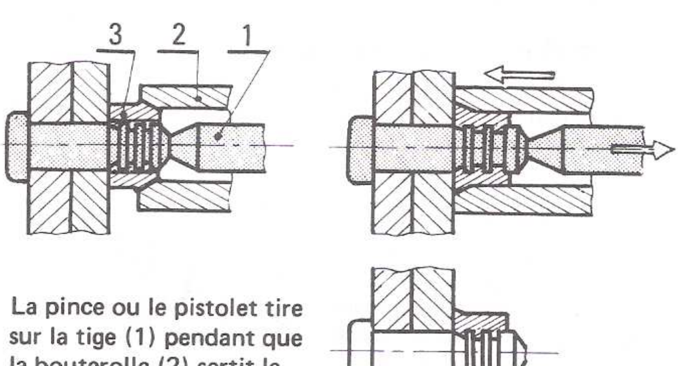
Pour rivetage d'éléments accessibles d'un seul côté.



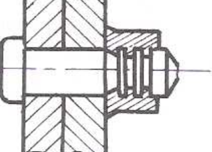
La pince ou le pistolet tire sur la tige et retient la tête du rivet.
La rivure (A) se forme.
La tige se rompt ensuite.



- **Rivets «RIVELON»**



La pince ou le pistolet tire sur la tige (1) pendant que la bouterolle (2) sertit la rivure (3). La tige se rompt ensuite.



LIAISONS NON DÉMONTABLES

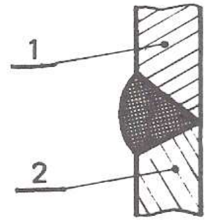
12. SOUDAGE

12/01 - FONCTION (soudage par fusion)

☐ Établir entre (1) et (2) une liaison :

c	r	dé	a	di
$\bar{c}$	$\bar{r}$	$\overline{dé}$	$\bar{a}$	$\overline{di}$

Une liaison par soudure est considérée obtenue par obstacle indirect.

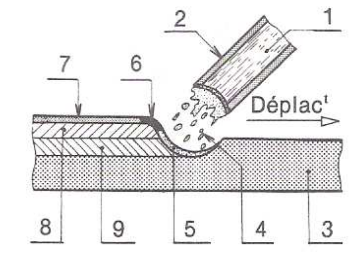


12/02 - DIFFÉRENTS SOUDAGES

① SOUDAGE ÉLECTRIQUE A L'ARC AVEC ÉLECTRODE ENROBÉE (soudage manuel)

- La chaleur nécessaire pour fondre le métal est obtenue en provoquant un arc électrique entre la pièce et une baguette (électrode). La température atteint 3 500°C.
- L'enrobage favorise l'amorçage et la stabilité de l'arc et protège le métal en fusion pendant son refroidissement contre l'oxydation.

1 - Ame de l'électrode
2 - Enrobage
3 - Métal de base
4 - Gouttes de métal transférées
5 - Métal en fusion
6 - Laitier liquide
7 - Laitier solide
8 - Métal déposé
9 - Pénétration

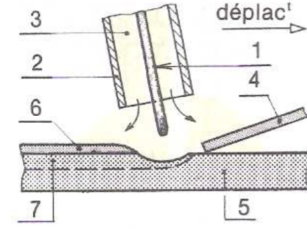


② SOUDAGE ÉLECTRIQUE A L'ARC SOUS ATMOSPHÈRE GAZEUSE (TIG-MIG-MAG) manuel et automatique

- **Procédé T.I.G. (Tungstène Inert Gas)**

L'arc se forme entre la pièce et une électrode réfractaire en tungstène. Un gaz inerte protège l'électrode et le métal fondu.

1 - Électrode en tungstène
2 - Buse réfractaire
3 - Argon (gaz inerte)
4 - Métal d'apport
5 - Métal de base
6 - Dépôt soudure
7 - Zone métal fondu

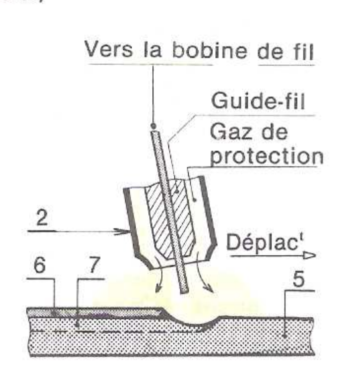


- **Procédé M.I.G. (Metal Inert Gas)**

L'arc se forme entre la pièce et le fil (métal d'apport). Un gaz inerte protège le métal fondu.

- **Procédé M.A.G. (Metal Actif Gas)**

Même procédé que le M.I.G. sauf l'utilisation d'un gaz actif (gaz carbonique) qui refroidit rapidement le bain, favorise la pénétration de la zone de fusion et augmente la vitesse de fusion.

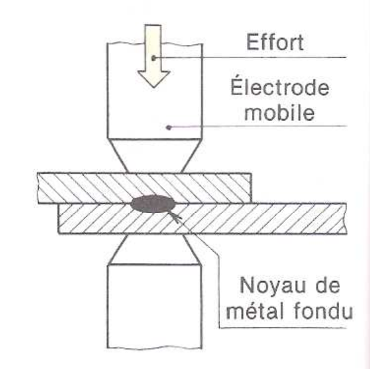


③ SOUDAGE ÉLECTRIQUE PAR RÉSISTANCE

- **Soudage par points**

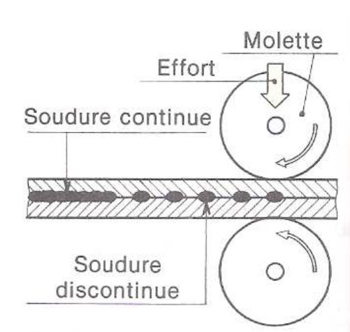
Les deux tôles à assembler sont comprimées entre deux électrodes en cuivre. Lorsque l'on fait passer un courant (basse tension - forte intensité) entre les deux électrodes, la résistance électrique des tôles provoque un échauffement et la fusion des tôles dans la zone centrale.

Après coupure du courant, l'effort de compression doit être maintenu quelques instants, jusqu'au refroidissement du noyau de métal fondu afin d'éviter la formation d'une poche de retassure au centre du point.



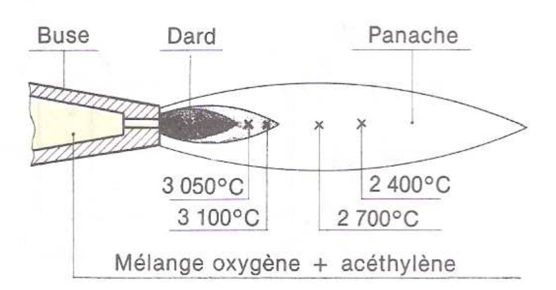
- **Soudage à la molette**

Les électrodes sont remplacées par deux molettes. Des impulsions de soudage associées à la vitesse de rotation des molettes permettent d'obtenir une soudure continue ou discontinue.



④ SOUDAGE AUTOGÈNE (OXYACÉTHYLÉNIQUE)

La chaleur nécessaire pour fondre le métal est obtenue par la combustion d'un mélange d'oxygène et d'acéthylène à la sortie d'un chalumeau.
Un métal d'apport est nécessaire pour obtenir la liaison entre les pièces.



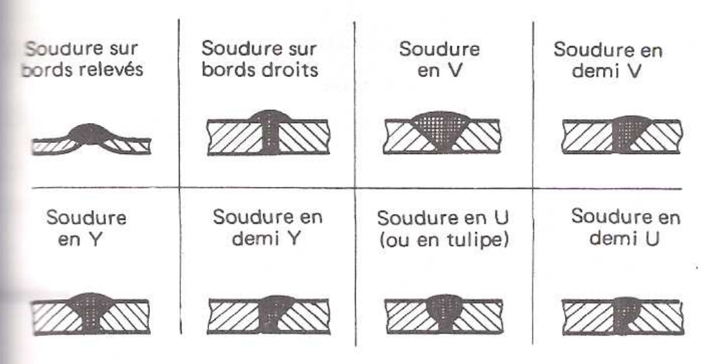
⑤ SOUDAGE HÉTÉROGÈNE (BRASAGE)

Les pièces à assembler sont chauffées en présence d'un métal d'apport (appelé : brasure) dont la température de fusion est inférieure à celle des pièces à souder.

Nous distinguons :
- LE BRASAGE TENDRE
  La température de fusion de la brasure est inférieure à 450°C.
- LE BRASAGE FORT
- LE SOUDO-BRASAGE
  Pour lesquelles la température de fusion de la brasure est supérieure à 450°C.
- Avantages du brasage :
  Le brasage permet l'assemblage de métaux de nature différente. Il n'y a pas de déformation des pièces ni de modification des propriétés physiques des métaux soudés.

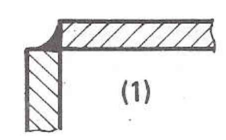
12/03 - DIFFÉRENTS TYPES D'ASSEMBLAGES

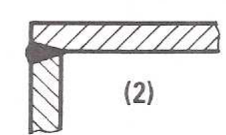
① ASSEMBLAGES BOUT À BOUT



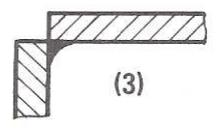
② ASSEMBLAGES D'ANGLES

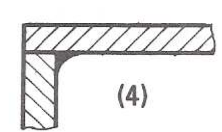
Soudures sur tranches : (1) - (2)





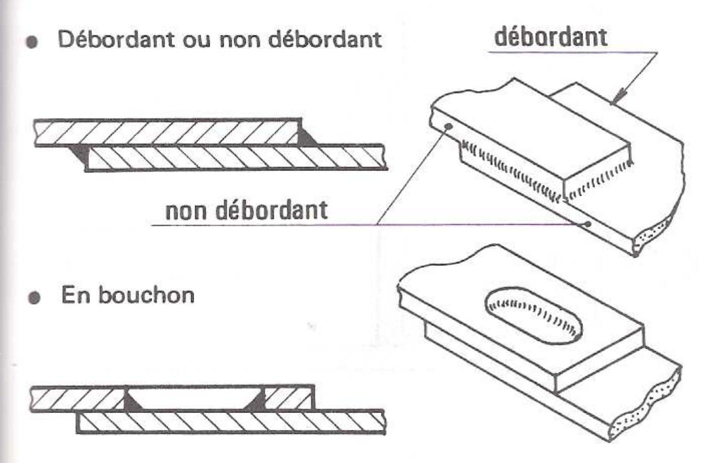
Soudures sur faces : (3) - (4)





③ ASSEMBLAGES À RECOUVREMENT

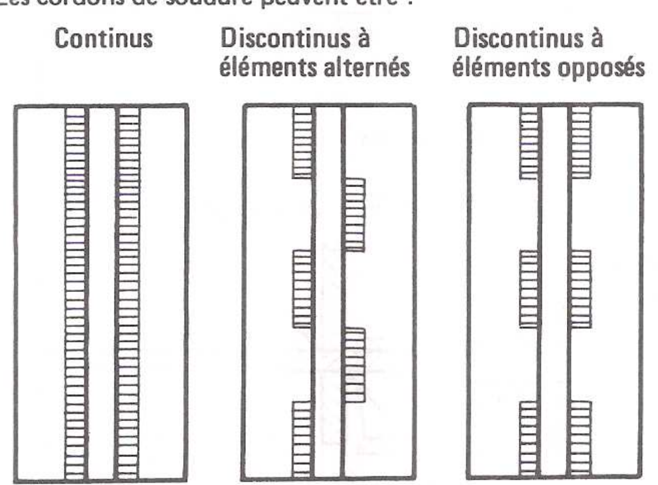
- Débordant ou non débordant



- En bouchon

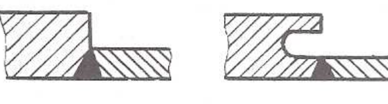
12/04 - LES CORDONS DE SOUDURE

Les cordons de soudure peuvent être :

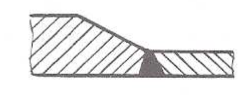


12/05 - CONCEPTIONS À ÉVITER

- Éviter les changements brusques d'épaisseur.

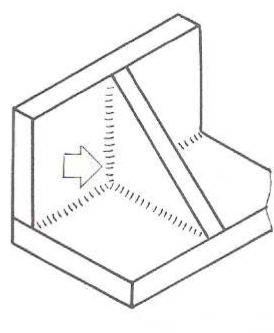


à éviter

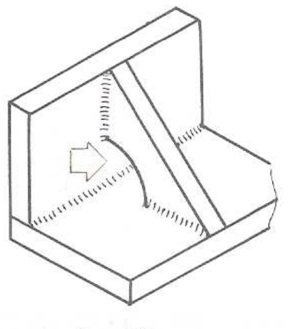


à préférer

- Éviter les croisements de soudure.

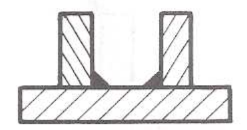


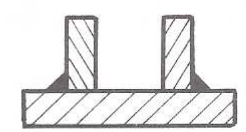
à éviter



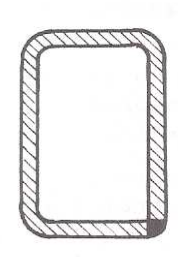
à préférer

- Éviter les soudures peu accessibles.

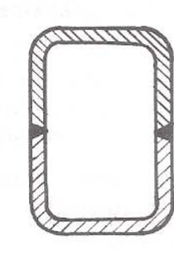




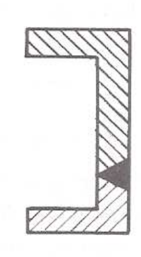
- Éviter les soudures dissymétriques : Penser aux déformations provoquées par les dilatations locales au moment du soudage.



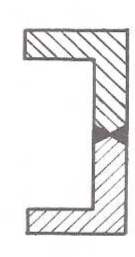
à éviter



à préférer



à éviter

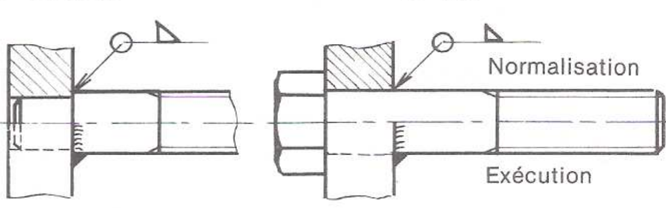


à préférer

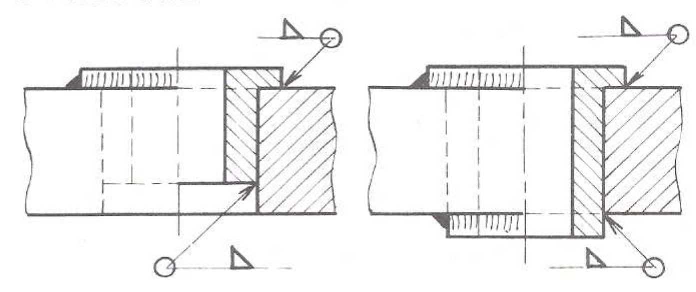
12/06 - EXEMPLES D'ÉLÉMENTS SOUDÉS

- Goujons
- Vis

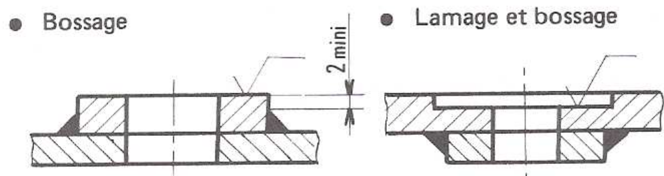




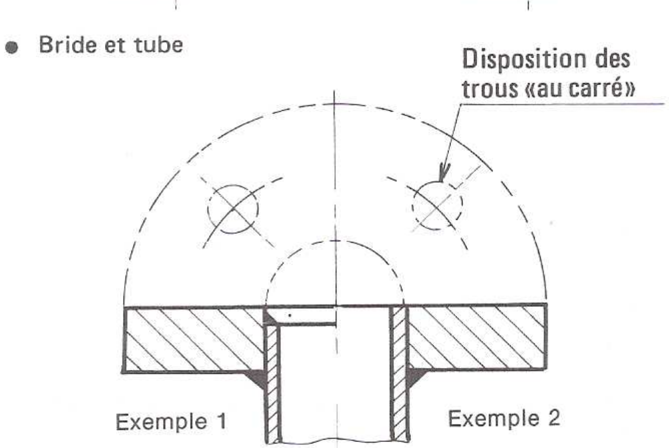
- Portées d'axe



- Bossage
- Lamage et bossage

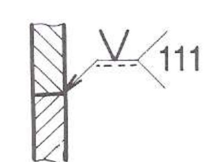


- Bride et tube



12/07 - PROCÉDÉS DE SOUDAGE USUELS

Préciser, lorsque cela est nécessaire, le procédé de soudage par un nombre inscrit entre les deux branches d'une fourche tracée à l'extrémité de la ligne de référence.



Ci-dessous les N° repères des procédés usuels.

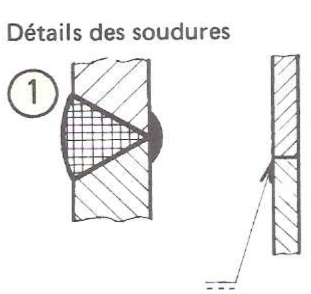
N°	PROCÉDÉS DE SOUDAGE
1	**Soudage électrique à l'arc**
111	Soudage à l'arc avec électrode enrobée.
....	....
....	....
131	Soudage à l'arc sous protection gazeuse avec électrode fusible : soudage MIG
141	Soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène : soudage TIG
....	....
....	....
2	**Soudage électrique par résistance**
21	Soudage par points (par résistance)
....	....
....	....
3	**Soudage aux gaz**
311	Soudage oxyacétylénique
....	....
....	....
9	**Brasage**
91	Brasage fort
....	....
....	....
94	Brasage tendre
....	....
....	....
97	Soudobrasage
971	Soudobrasage aux gaz

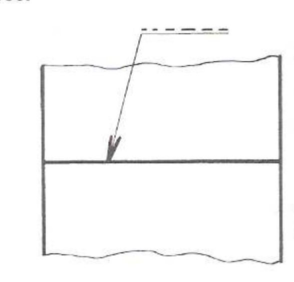
12/08 - SYMBOLISATION

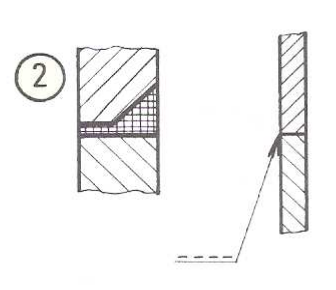
Voir Méthode Active - Chapitre R5.

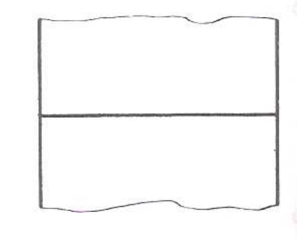
- Dans chaque exemple, lorsque cela est possible, symboliser la soudure sur les deux vues.

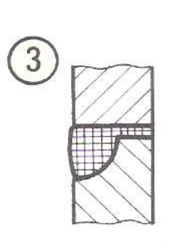
Détails des soudures

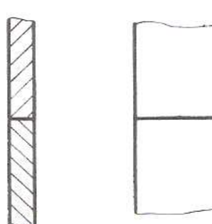


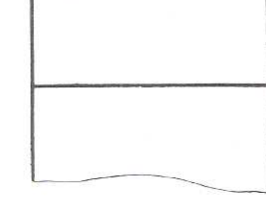


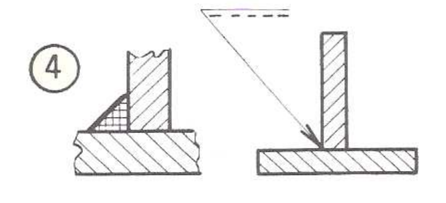


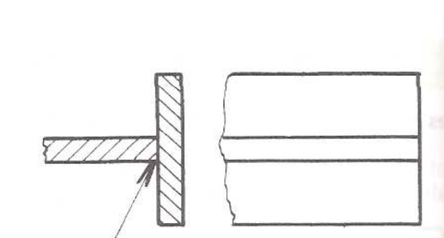


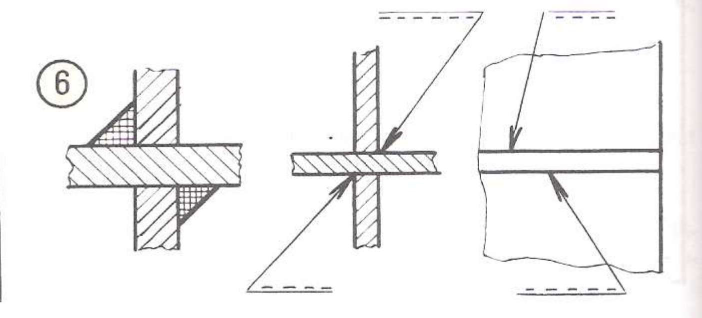












LIAISONS NON DÉMONTABLES

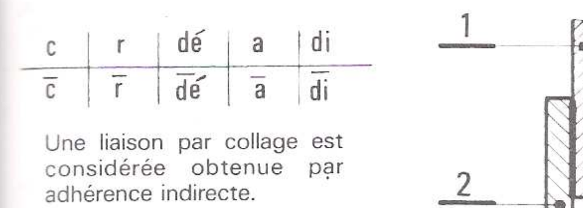
COLLAGE

12/09 - FONCTION

☐ Établir entre (1) et (2) une liaison :

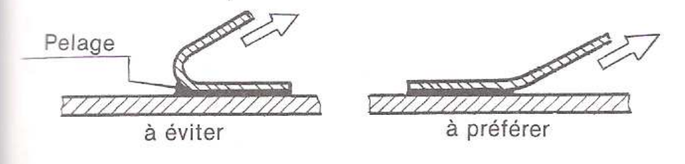
c	r	dé	a	di
$\bar{c}$	$\bar{r}$	$\overline{dé}$	$\bar{a}$	$\overline{di}$

Une liaison par collage est considérée obtenue par adhérence indirecte.

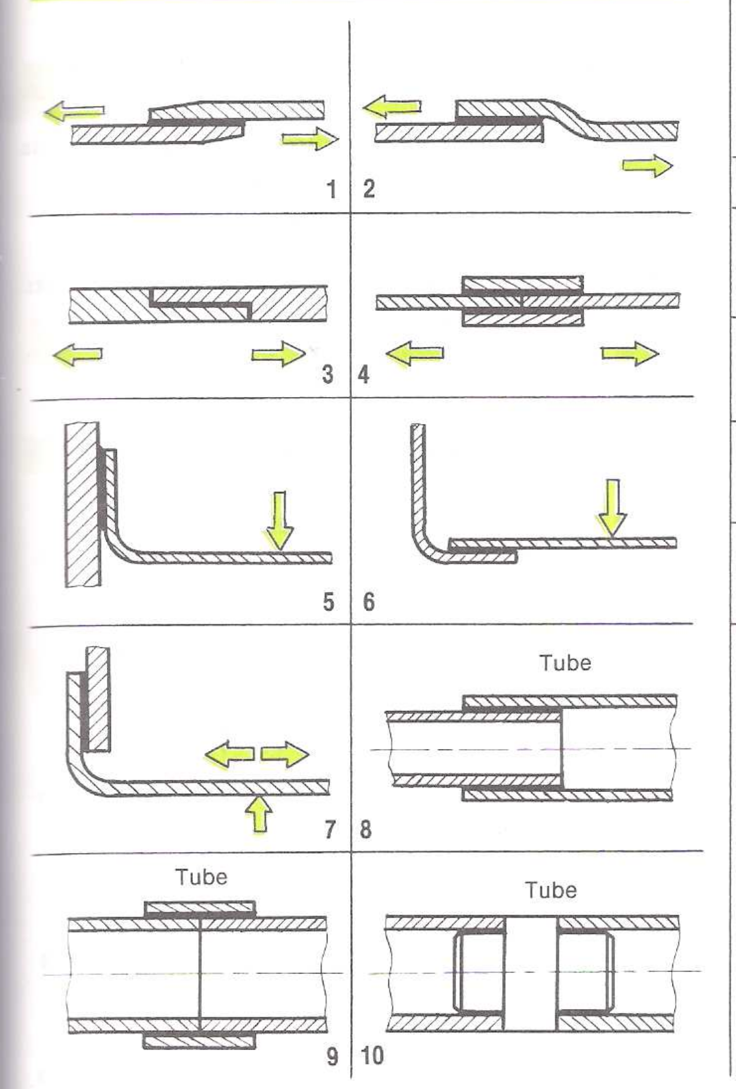


12/10 - CONCEPTION DES ASSEMBLAGES

Le joint doit être conçu de telle sorte que les efforts de traction ne tendent pas à séparer les pièces par pelage.



12/11 - EXEMPLES D'ASSEMBLAGES EN FONCTION DES EFFORTS



12/12 - EXÉCUTION DES COLLAGES

- La colle liquide est déposée sur les bords décapés.
- La colle se solidifie à la température ambiante ou le plus souvent par cuisson (entre 80°C et 190°C).
- Pour certaines colles, une pression élevée entre les pièces à assembler est nécessaire.
- Les matériaux tels le carton, le bois, la matière plastique sont assemblés par des colles à durcissement à froid.
- Assurer une bonne aération des lieux de travail afin de permettre l'évacuation des vapeurs toxiques produites par certains durcisseurs.
- Éviter tout contact des colles avec la peau. Employer des gants.

12/13 - AVANTAGES DU COLLAGE

- Assemblage de matériaux de natures différentes.
- Assemblage de pièces d'épaisseurs différentes.
- Assemblage étanche et mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité.

12/14 - INCONVÉNIENTS DU COLLAGE

- Nécessité de préparer les surfaces à encoller (décapage).
- Joint sensible à la chaleur.
- Résistance du joint limitée.
- Nécessite un outillage spécial (presse, four, etc.).

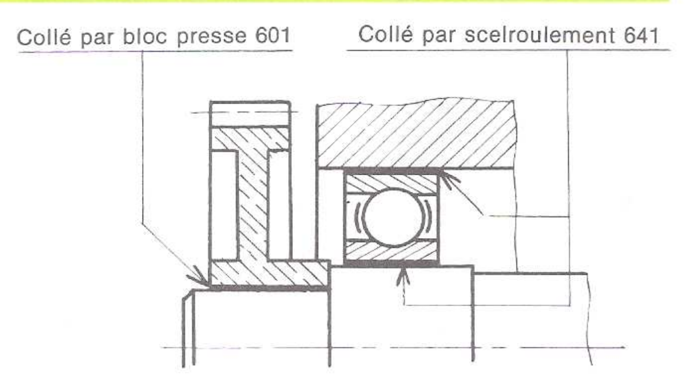
12/15 - APPLICATIONS

Industries : automobile - aviation - cycle - mobilier chaussure.

12/16 - QUELQUES COLLES

Nature de la colle	Exemples d'emploi
Résine anaérobie « Scelroulement 641 »	Roulements - Pièces ajustées avec précision
Résine anaérobie « Bloc presse 601 »	Bagues - Roulements moyeux
Cyanoacrylate « IS 415 »	Plastiques - Caoutchoucs Métaux - Bois - Tissus
Méthacrylate de métyle « Multi-Bond 330 »	Métaux divers - Bois Verres - Plastiques

12/17 - EXEMPLE D'APPLICATION



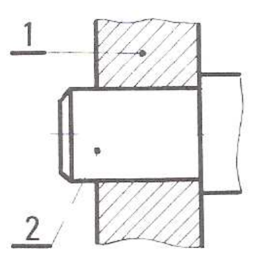
LIAISON ENCASTREMENT (non démontable)

13. EMMANCHEMENT FORCÉ

13/01 - FONCTION

☐ Établir entre (1) et (2) une liaison :

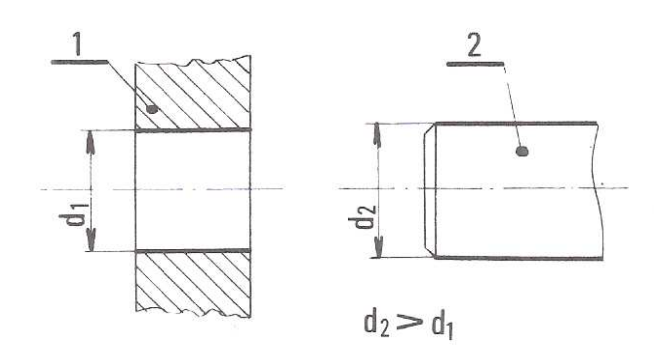
c	r	dé	a	di
$\overline{c}$	$\overline{r}$	$\overline{dé}$	$\overline{a}$	$\overline{di}$



L'assemblage réalisé avec un ajustement avec serrage (voir chapitre 3/06) constitue une liaison obtenue par adhérence directe.

13/02 - PRINCIPE

- Avant le montage, la cote effective de l'arbre est légèrement supérieure à la cote effective de l'alésage (moyeu).
- On oblige l'arbre à pénétrer dans l'alésage.



Conséquences - Après montage :

- l'arbre est comprimé;
- le moyeu est étendu (dilaté).

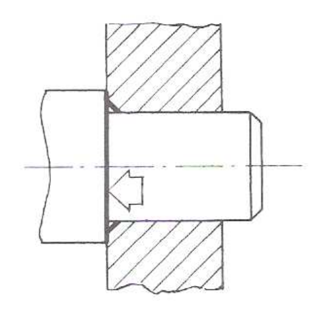
La liaison entre (1) et (2) est obtenue par adhérence.

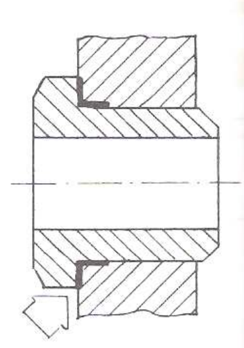
13/03 - MOYENS UTILISÉS POUR RÉALISER LE MONTAGE

- Chauffer le moyeu.
  Le moyeu se dilate, *son diamètre augmente.*
- Refroidir l'arbre en le trempant dans un gaz liquifié.
  L'arbre se contracte, *son diamètre diminue.*
- Obliger l'arbre à pénétrer dans le moyeu en le frappant avec un maillet ou en le poussant avec une presse.

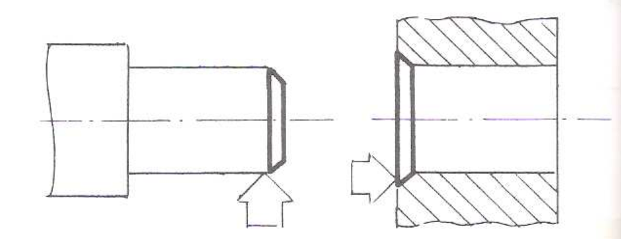
13/04 - PRÉPARATION DES PIÈCES

- Pour obtenir un positionnement axial précis, prévoir un épaulement.





- Pour faciliter le montage, prévoir un chanfrein sur l'arbre et une fraisure sur l'alésage.

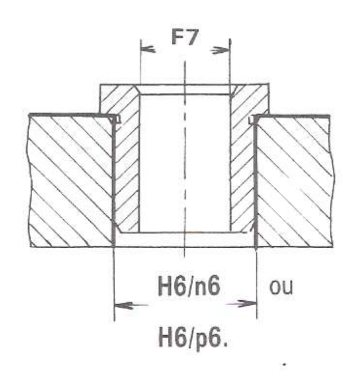


13/05 - CHOIX DES TOLÉRANCES

- Liaison capable de transmettre des efforts importants
  - Démontage impossible sans détérioration.
    (H7 - p6) (H7 - s6) (H8 - s7)
- Liaison ne pouvant pas transmettre des efforts importants
  - Démontage possible sans détérioration.
    H7 - m6

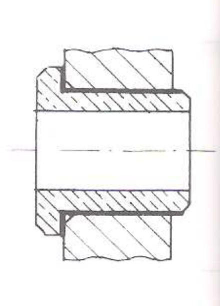
13/06 - EXEMPLES DE LIAISONS

- Guides de percage



- **Coussinets**





Voir chapitre 19 et M.A. chap. T6/14

- **Montage des roulements** - chapitre 20.
- Pieds de positionnement - voir M.A. chap. DT 31/4

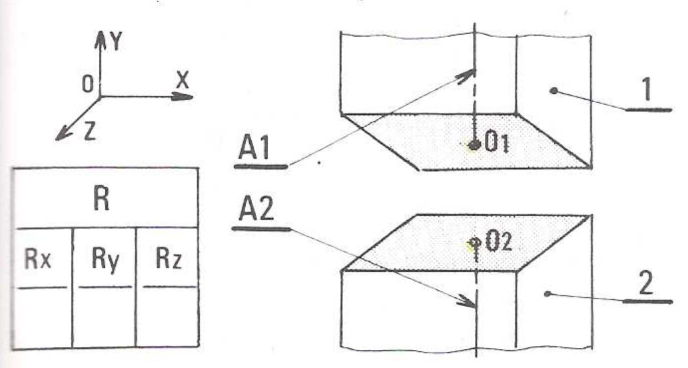
LIAISON ENCASTREMENT

14. POSITIONNEMENT – CENTRAGE

14/01 - POSITIONNEMENT PARTIEL – CENTRAGE

Fonction A

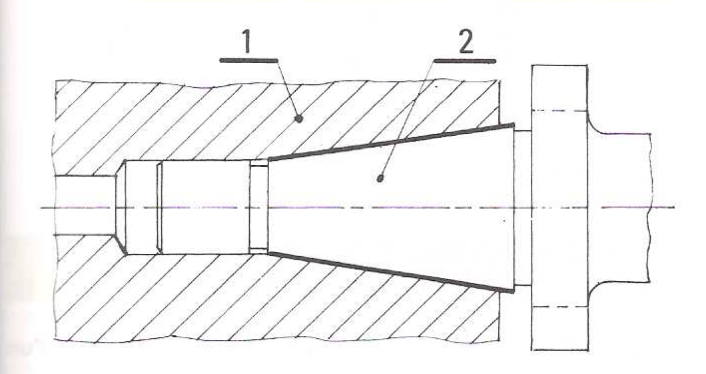
Assurer la coïncidence de deux points (O1 et O2).



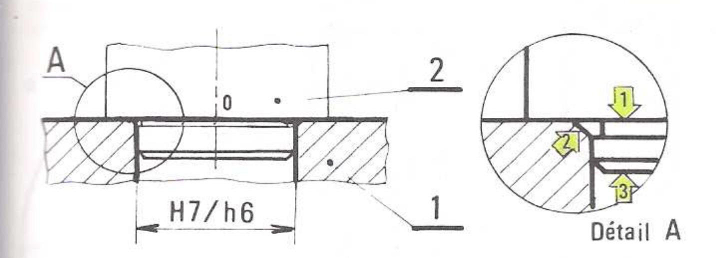
Les axes A1 et A2 sont confondus.

Une liberté en rotation est possible.

14/02 - EMBOÎTEMENT CONIQUE



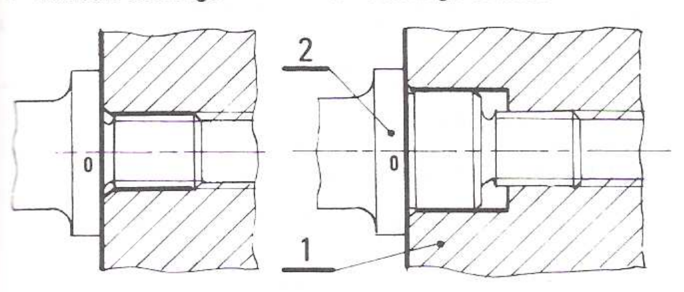
14/03 - EMBOÎTEMENT CYLINDRIQUE



14/04 - REMARQUE

Un filetage assure un mauvais centrage.

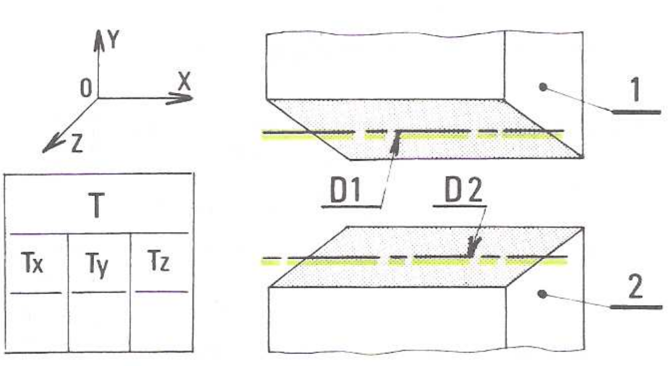
- **Mauvais centrage**
- **Centrage correct**



14/05 - POSITIONNEMENT PARTIEL

Fonction B

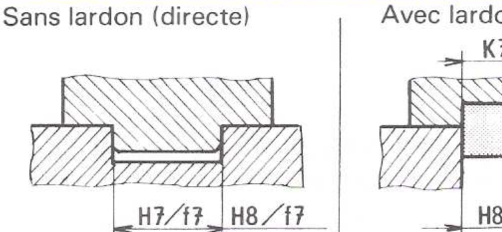
Assurer la coïncidence de deux droites (D1 et D2).



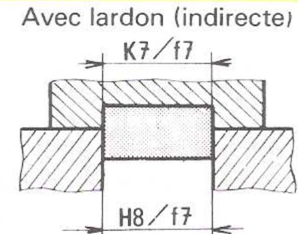
Une liberté en translation est possible.

14/06 - RAINURE ET LANGUETTE

Sans lardon (directe)



Avec lardon (indirecte)



14/07 - POSITIONNEMENT COMPLET

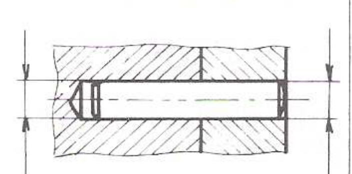
Solutions :

- Positionnement partiel plus suppression de la liberté avec un des éléments de positionnement.
- Deux éléments de positionnement.

14/08 - ÉLÉMENTS DE POSITIONNEMENT

Goupilles cylindriques

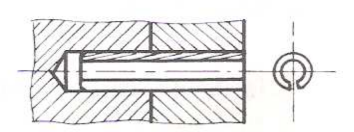
Voir M. A. - chapitre DT 32/1



- Placer les tolérances de montage sachant qu'il s'agit d'une goupille type B.

Goupilles élastiques

Voir M. A. - chapitre DT 32/5

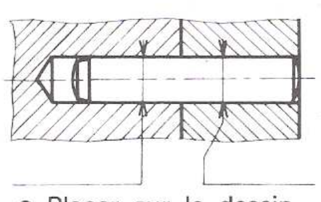


- Donner la tolérance de perçage du trou.

☐ . . . .

Pieds de positionnement cylindriques

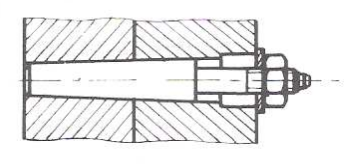
Voir M. A. - chapitre DT 32/4



- Placer sur le dessin les tolérances de montage.

Goupilles de position côniques filetées

Voir M. A. - chapitre DT 32/3

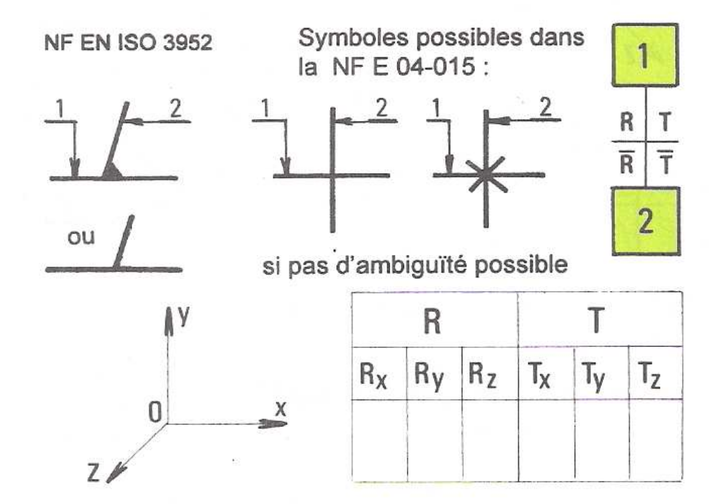


- Quelle est la fonction de l'écrou ?

☐ . . . .

15. LIAISON ENCASTREMENT ou FIXE

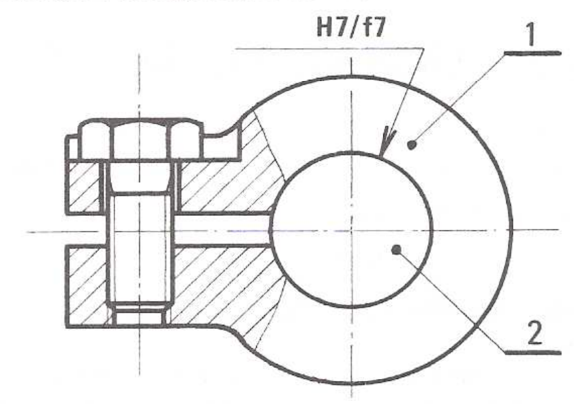
15/01 - SCHÉMA CINÉMATIQUE



R			T		
R_x	R_y	R_z	T_x	T_y	T_z

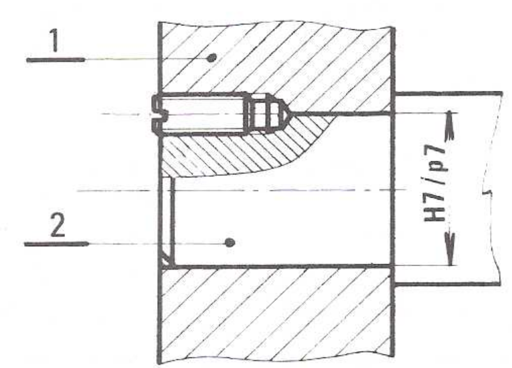
15/02 - AJUSTEMENT CYLINDRIQUE LIBRE ET FLEXION DU MOYEU

Exemple : blocage en position de la selle d'un vélo.



- La liaison complète est obtenue par adhérence.
- Possibilité de blocage en n'importe quelle position.

15/03 - EMMANCHEMENT CYLINDRIQUE FORCÉ ET VIS ENTRE CUIR ET CHAIR

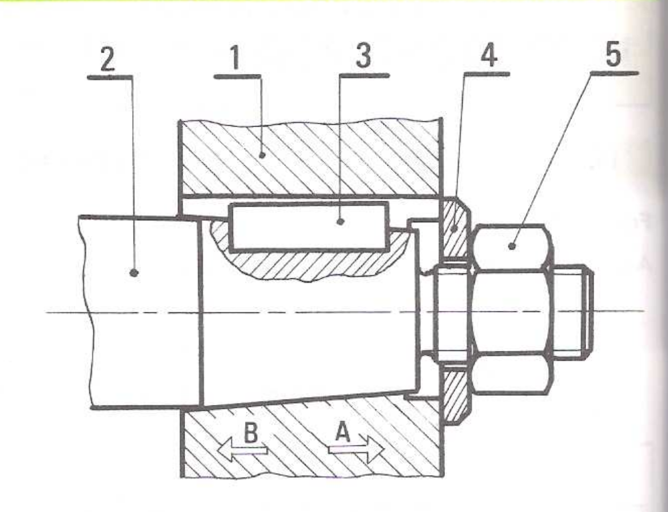


- La liaison est obtenue par adhérence et par obstacle (sécurité).

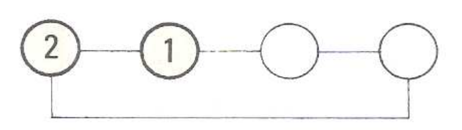
15/04 - REMARQUE

Une liaison par adhérence est toujours complète.

15/05 - EMMANCHEMENT CONIQUE CLAVETÉ



- Relation de contact en translation entre (1) et (2) :



- Entre (1) et (2) la liaison est :

$\frac{c}{\overline{c}} \mid \frac{r}{\overline{r}} \mid \frac{dé}{\overline{dé}}$ — $\overline{R}$ — $\frac{a}{\overline{a}} \mid \frac{di}{\overline{di}}$

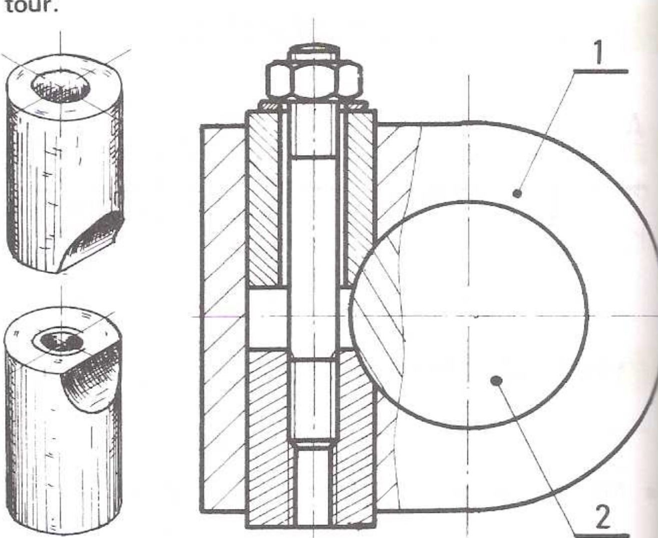
ET

$\overline{T}$ — $\frac{a}{\overline{a}} \mid \frac{di}{\overline{di}}$ (Sens A) ; $\frac{a}{\overline{a}} \mid \frac{di}{\overline{di}}$ (Sens B)

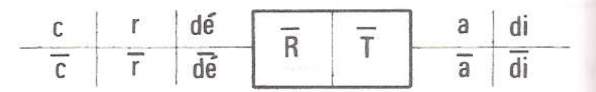
Voir également :
Emmanchement cylindrique claveté (chapitre 17/05).

15/06 - AJUSTEMENT CYLINDRIQUE LIBRE ET TAMPONS TANGENTS

Exemple : Blocage en positon de la contrepointe d'un tour.



- La liaison entre (1) et (2) est obtenue par : ....
(obstacle ou adhérence)
- Entre (1) et (2) la liaison est :

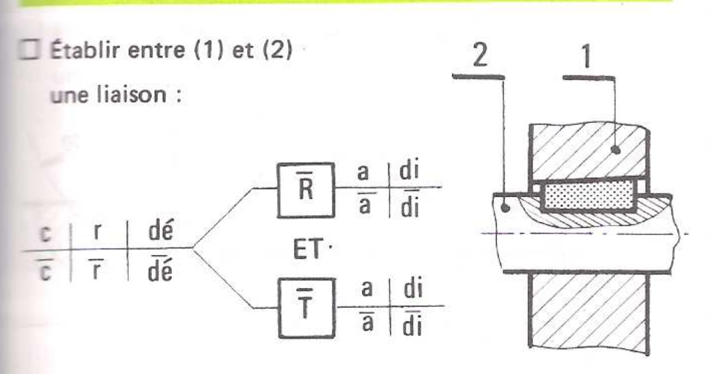


LIAISON ENCASTREMENT

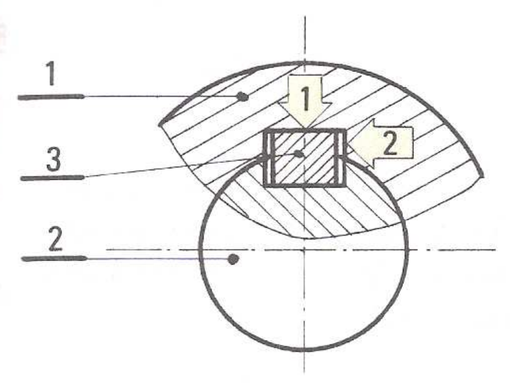
16. CLAVETAGE FORCÉ

16/01 - FONCTION

☐ Établir entre (1) et (2) une liaison :



16/02 - SECTION CARACTÉRISTIQUE DU CLAVETAGE FORCÉ

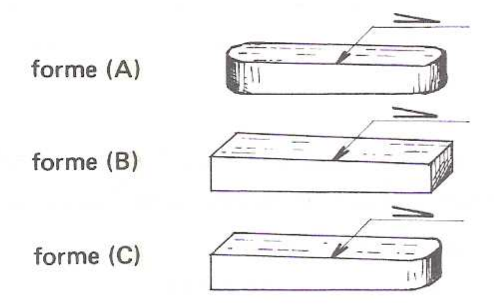


1 Surface supérieure de la clavette en contact avec le fond de la rainure du moyeu.

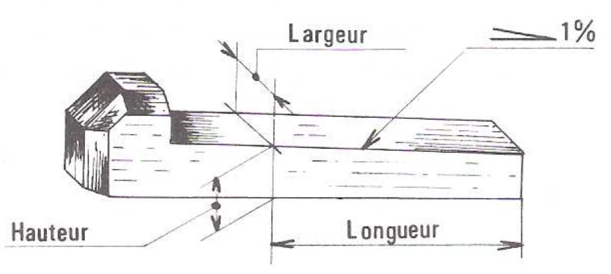
2 Jeu latéral important. - Voir ajustements sur Méthode Active - chapitre DT 33/02

16/03 - LES CLAVETTES INCLINÉES

- **Clavettes inclinées sans talon** - pente 1 %.

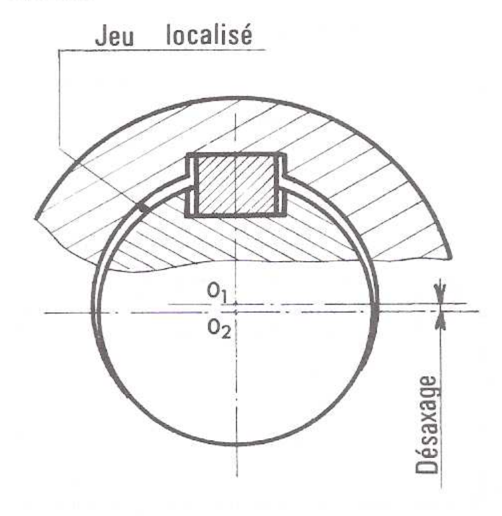


- **Clavette inclinée à talon** - pente 1 %



16/04 - INCONVÉNIENT DU CLAVETAGE FORCÉ

Le clavetage forcé ne permet pas un bon centrage entre le moyeu et l'axe.



La clavette mise en place, le jeu entre le moyeu et l'axe est localisé dans la région de la clavette.

Afin de réduire la distance (O1 - O2), choisir un ajustement à faible jeu.

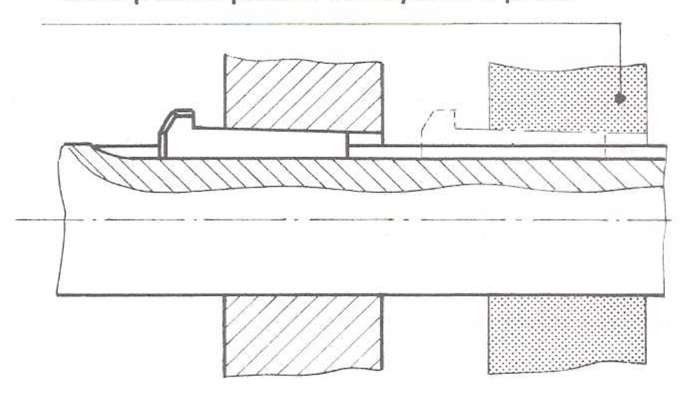
Exemples : **H/h** ou **H/g**

16/05 - AVANTAGE DU CLAVETAGE FORCÉ

Le clavetage forcé permet de réaliser rapidement et efficacement la liaison complète d'un moyeu en un point quelconque d'un arbre.

Exemple :

Montage d'une poulie sur un arbre de transmission avec une clavette à talon.



16/06 - DIMENSIONS DE LA SECTION

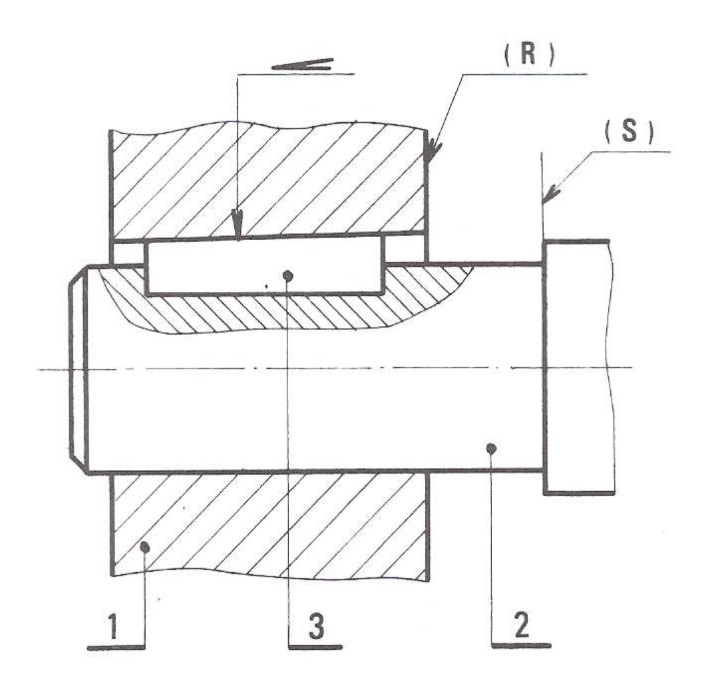
Voir Méthode Active - chapitres DT 34/01 et DT 34/02

16/07 - DÉSIGNATION

Voir Méthode Active - chapitre DT 34/04

16/08 - MONTAGE AVEC CLAVETTE INCLINÉE SANS TALON

Le coincement est obtenu en exerçant un effort sur le moyeu ou sur l'arbre.



(1) Dans quel ordre les trois éléments sont-ils montés ?

☐ 3 dans 2 puis 1 — *Entourez l'ordre de montage correct.*

2 dans 1 puis 3

3 dans 1 puis 2

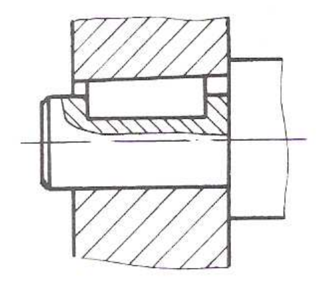
(2) L'effort de serrage modifie-t-il la position de la face (R) du moyeu par rapport à la face (S) de l'épaulement de l'axe ?

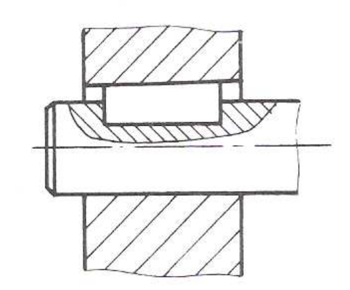
☐ .... (oui ou non)

(3) Pour positionner le moyeu par rapport à l'axe, il serait intéressant que la face (R) du moyeu soit en contact avec la face (S) d'un épaulement de l'axe; *cela est-il réalisable sans condition particulière* avec une clavette inclinée sans talon ?

☐ .... (oui ou non)

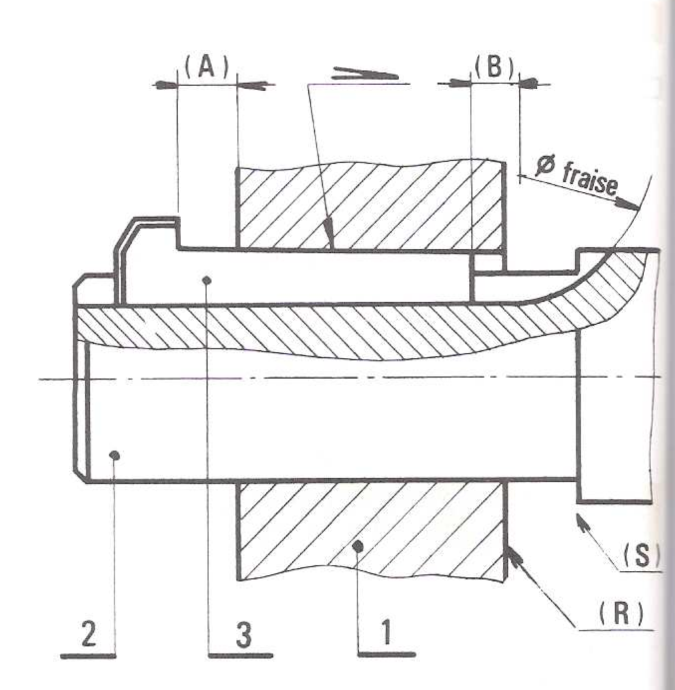
(4) Deux solutions vous sont proposées ci-dessous.
Rayez la mauvaise et entourez la bonne solution.





16/09 - MONTAGE AVEC CLAVETTE INCLINÉE À TALON

Le coincement est obtenu en exerçant un effort sur l[a] clavette.



(1) Dans quel ordre les trois éléments sont-ils montés

☐ 3 dans 2 puis 1 — *Entourez l'ordre de montage correct.*

2 dans 1 puis 3

3 dans 1 puis 2

(2) Quel est le rôle du jeu (A) entre le talon et le moyeu

☐ ....

(3) L'espace libre (B) à l'extrémité de la clavette est-il indi[s]pensable. Pourquoi ?

☐ ....

....

(4) L'effort de serrage, exercé sur la clavette modifie-t-il position de la face (R) du moyeu par rapport à la face de l'épaulement de l'axe ?

☐ .... (oui ou non)

(5) Pour positionner le moyeu par rapport à l'axe, il ser[ait] intéressant que la face (R) du moyeu soit en cont[act] avec la face (S) d'un épaulement de l'axe; *cela est réalisable sans condition particulière* avec une clav[ette] inclinée à talon ?

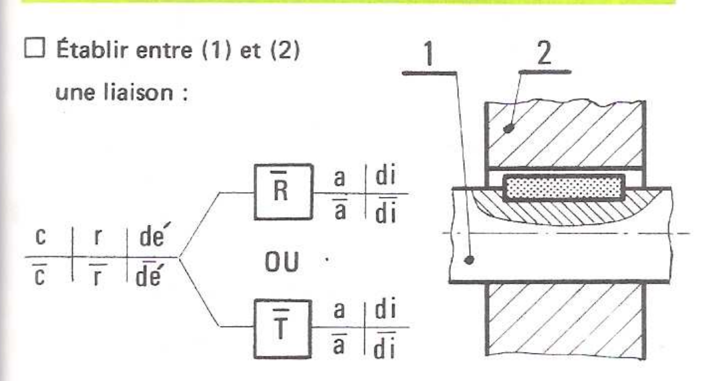
☐ .... (oui ou non)

LIAISON ENCASTREMENT

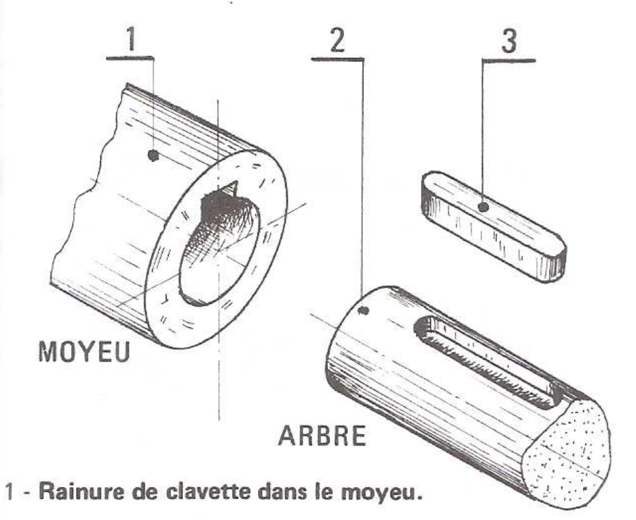
17. CLAVETAGE LIBRE

17/01 - FONCTION

☐ Établir entre (1) et (2) une liaison :



17/02 - ÉLÉMENTS CONSTRUCTIFS

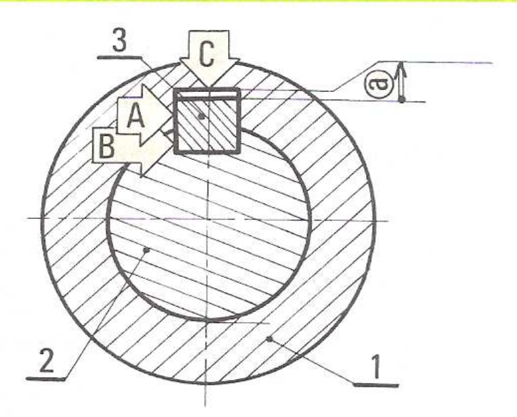


1 - **Rainure de clavette dans le moyeu.**

2 - **Rainure de clavette dans l'arbre.**

3 - **Clavette.**

17/03 - SECTION CARACTÉRISTIQUE D'UN CLAVETAGE LIBRE



A - Clavette ajustée dans le moyeu.

B - Clavette ajustée dans l'arbre.

Voir ajustements dans Méth. Act. - chapitre DT 33/2

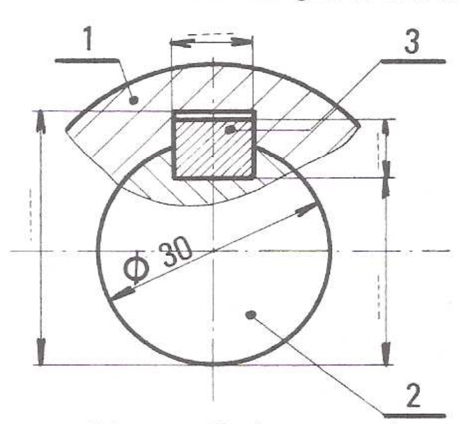
C - Jeu (condition a) entre la face supérieure de la clavette et le fond de la rainure du moyeu.

17/04 - DIMENSIONS DE LA SECTION

1 - Sur le dessin ci-dessous, relevez le diamètre de l'arbre.

2 - Recherchez sur la Méthode Active - chapitre DT 33 les cotes nécessaires au montage de la clavette parallèle (3).

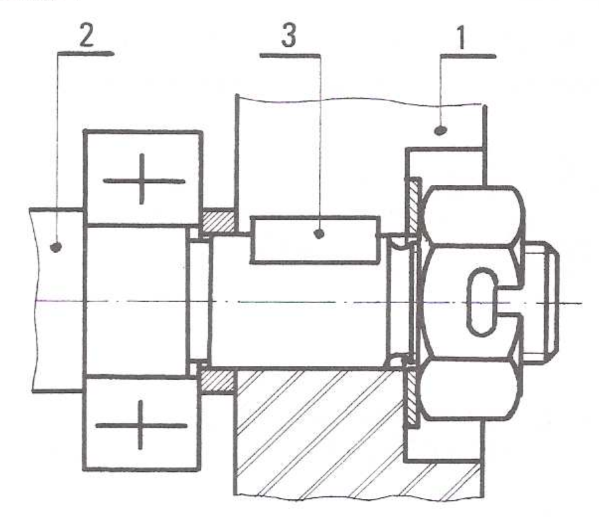
3 - Reportez ces dimensions sur les lignes de cote ci-dessous.



Remarque : une liaison complète (encastrement) peut être obtenue avec une liaison glissière dont on supprime la liberté en translation. *Voir exemples ci-dessous et 17/10.*

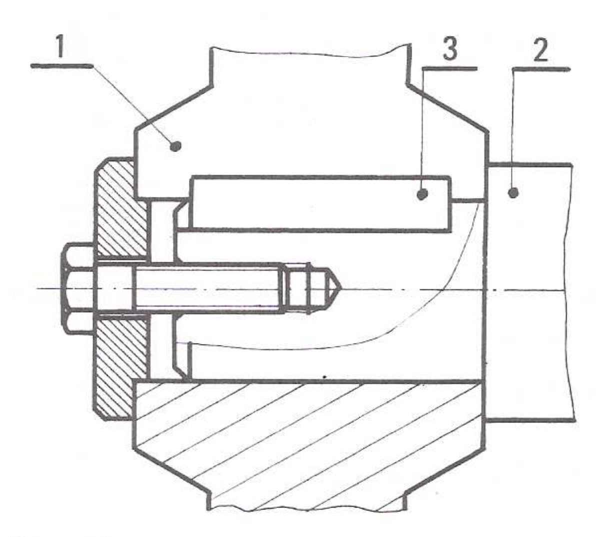
17/05 - Terminez les vues d'ensemble ci-dessous. (rainures - hachures).

Exercice 1



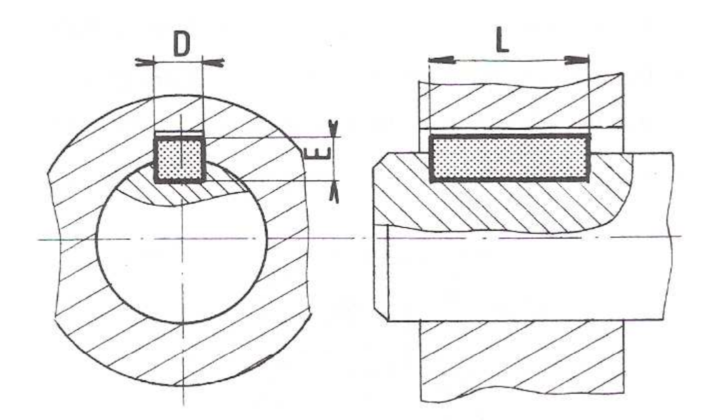
☐ **Désignation :** ....

Exercice 2



☐ **Désignation :** ....

17/06 - SOLLICITATION



- La clavette doit résister à une sollicitation.
  Laquelle ? *(extension ou compression ou cisaillement ou torsion ou flexion).*

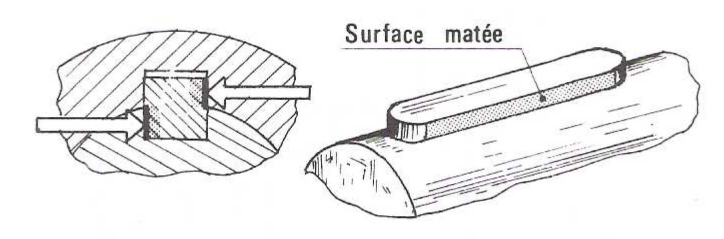
☐ ....

- Quelle est la section de la clavette qui résiste à la sollicitation ?

☐ **(D x E)** ou **(E x L)** ou **(D x L)**
entourez la bonne réponse.

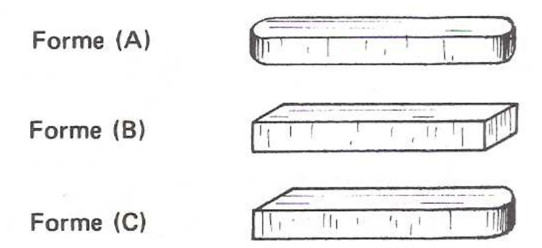
Remarque :

Les surfaces latérales de la clavette sont *matées* lorsque le couple transmis subit des variations brusques.



17/07 - CLAVETTES PARALLÈLES — CARACTÉRISTIQUES

1 - Face supérieure et face inférieure parallèles.
2 - Formes (A), (B) ou (C) suivant les extrémités.



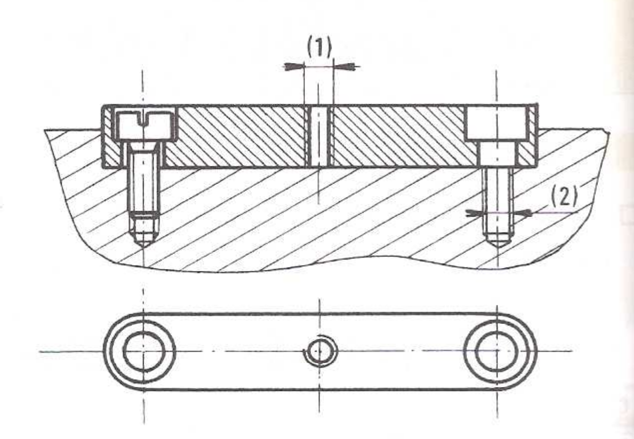
La forme est choisie en fonction de la rainure pratiquée dans l'arbre.

Voir Méthode Active - chapitres DT 33/1 et 33/11

17/08 - DÉSIGNATION

 Voir Méthode Active - chapitre DT 33/03

17/09 - CLAVETTES PARALLÈLES FIXÉS PAR VIS



Elles sont utilisées lorsque le moyeu est coulissant.

- Quelle est la fonction du trou taraudé central ?

☐ ....

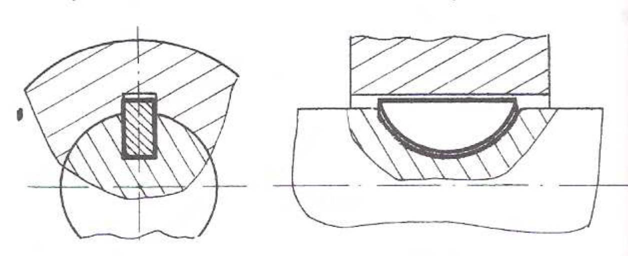
- Pourquoi les diamètres nominaux (1) et (2) sont-ils égaux ?

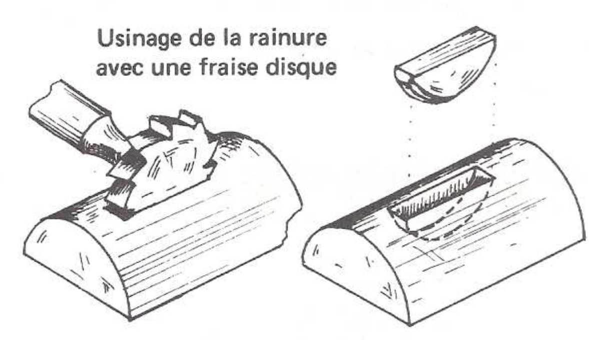
☐ ....

....

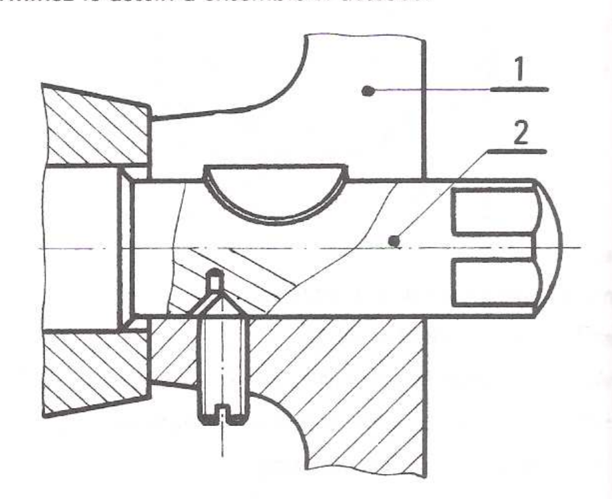
17/10 - CLAVETTES DISQUES

Voir ajustements dans Méthode Active chapitre DT 32/10





Terminez le dessin d'ensemble ci-dessous.



LIAISON GLISSIÈRE

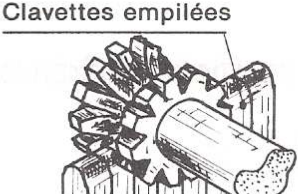
18. USINAGE DES RAINURES

18/01 - CHOIX DE LA CLAVETTE EN FONCTION DE LA RAINURE

Voir Méthode Active - chapitre DT 32/13

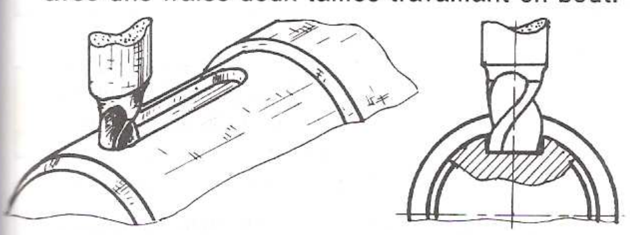
18/02 - USINAGE DES CLAVETTES

- Les clavettes à section carrée sont débitées dans de l'acier étiré.
- L'arrondi est effectué avec une fraise de forme.



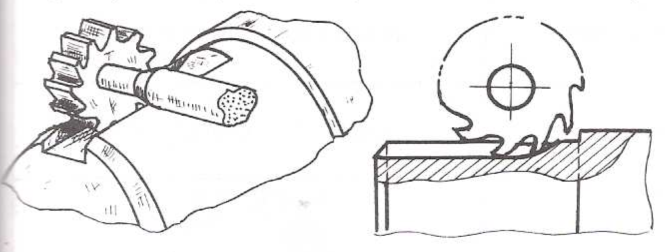
18/03 - USINAGE - RAINURES DANS L'ARBRE

- Rainure non débouchante usinée sur une fraiseuse avec une fraise deux tailles travaillant en bout.



Usinage délicat - coûteux - plusieurs passes nécessaires.

- Rainure usinée sur une fraiseuse avec une fraise disque spéciale. (La rainure peut être débouchante.)



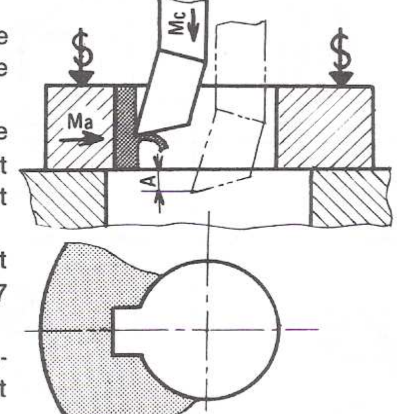
Usinage rapide donc peu onéreux.
Inconvénient : impossibilité de placer une clavette près d'un épaulement lorsque celui-ci ne doit pas être détérioré. Une clavette parallèle dans une telle rainure n'est pas maintenue longitudinalement.

18/04 - USINAGE - RAINURES DANS LE MOYEU

- Petite série :

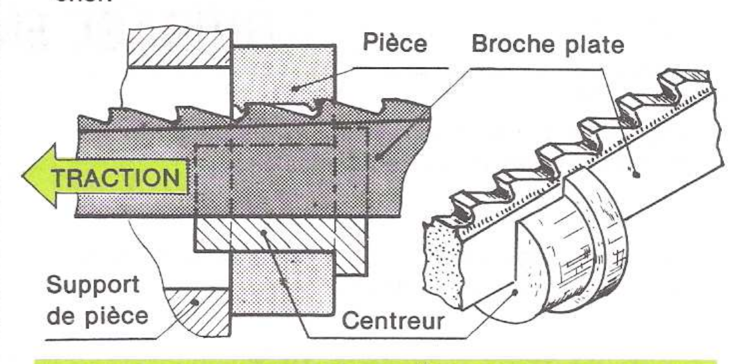
La rainure est obtenue par mortaisage sur une mortaiseuse.
L'usinage d'une rainure sur une mortaiseuse est délicat, peu précis et long.
Une tolérance large est nécessaire : H 11 et H 7 pour les plus précises.

- Le dégagement inférieur (A) de l'outil est d'environ 3 mm.



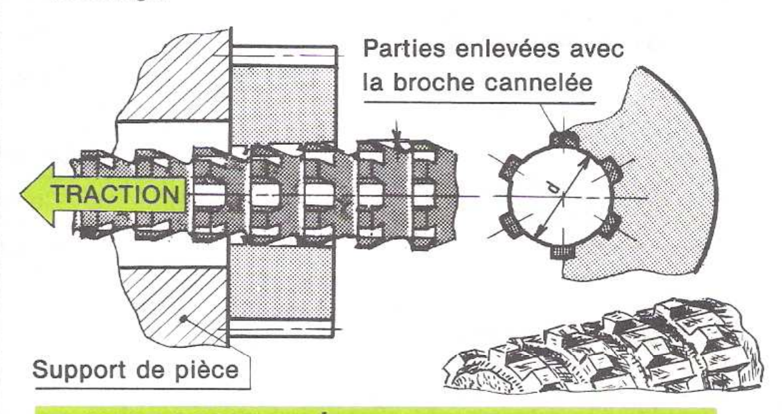
- Grande série :

La rainure est usinée par brochage sur une machine à brocher.



18/05 - CANNELURES USINÉES PAR BROCHAGE

Le profil est usiné à l'aide d'une broche cannelée. L'alésage de diamètre (d) est effectué avant brochage. Dans les grandes séries, la finition de l'alésage est obtenue par brochage.

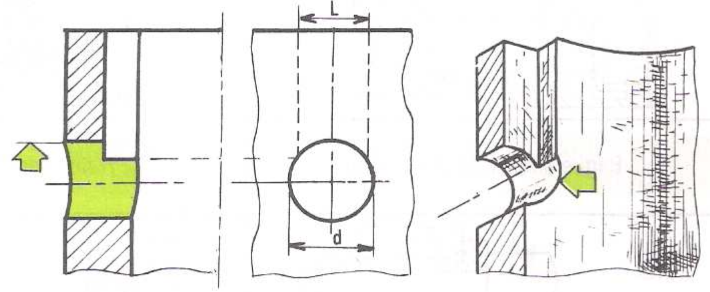


18/06 - POSSIBILITÉ D'USINAGE D'UNE RAINURE SUR UNE MORTAISEUSE

L'outil de mortaisage doit impérativement dégager en bout de rainure afin que le copeau formé puisse se détacher ; sinon, l'outil « bourre » et se casse. Voir dégagement inférieur (A) - chapitre 24/04.

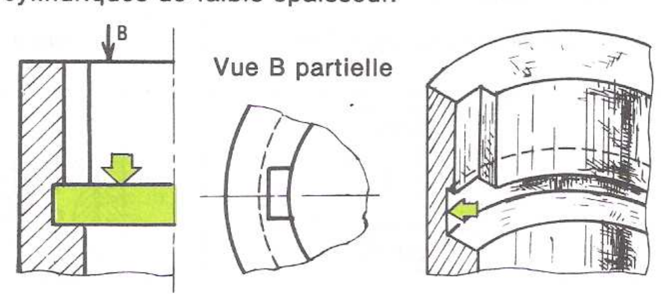
- Solution 1

Prévoir, en bout de la rainure, un trou plus grand que la largeur de la rainure : d>L.



- Solution 2

Prévoir une rainure circulaire dans laquelle l'outil de mortaisage pourra dégager ; solution à éviter pour les pièces cylindriques de faible épaisseur.



RÉALISER UNE LIAISON PIVOT GUIDAGE EN ROTATION

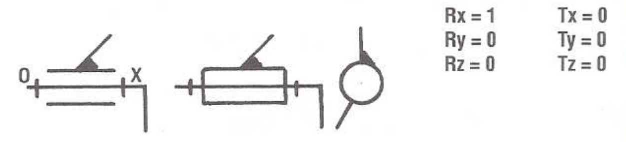
GÉNÉRALITÉS

Les solutions de construction mécanique qui permettent de réaliser une liaison pivot sont appelées :

GUIDAGE EN ROTATION

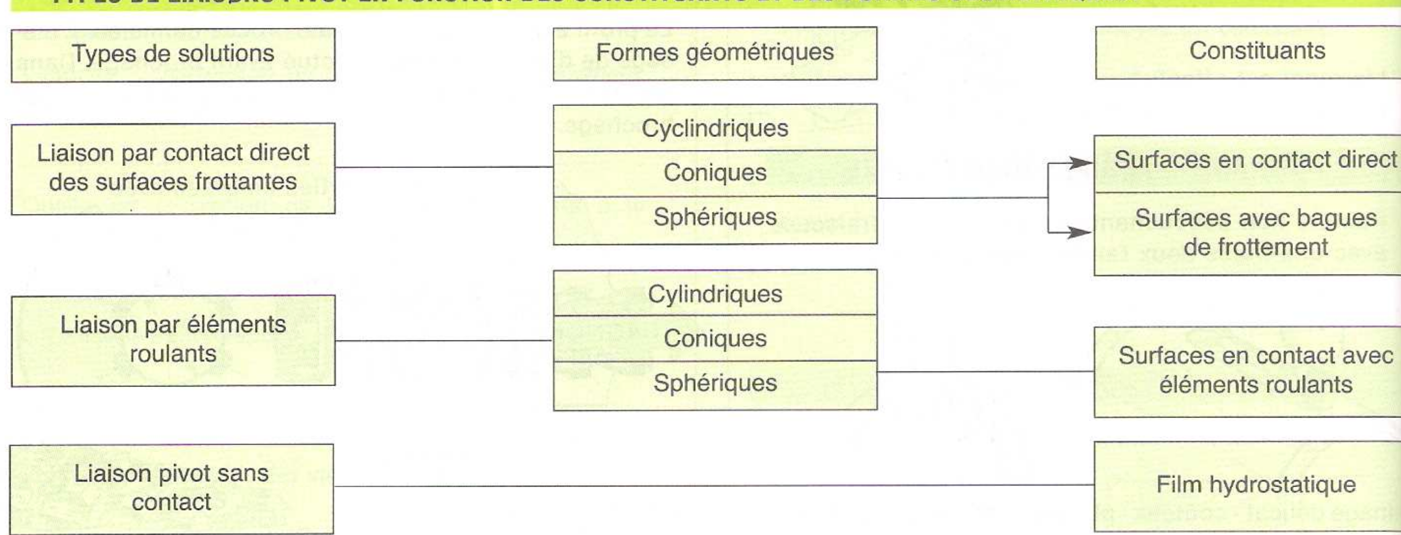
Un seul mouvement est possible entre deux éléments, celui-ci est un mouvement de rotation.

Schématisation normalisée de la liaison pivot



1 degré de liberté

TYPES DE LIAISONS PIVOT EN FONCTION DES CONSTITUANTS ET DES FORMES GÉOMÉTRIQUES.



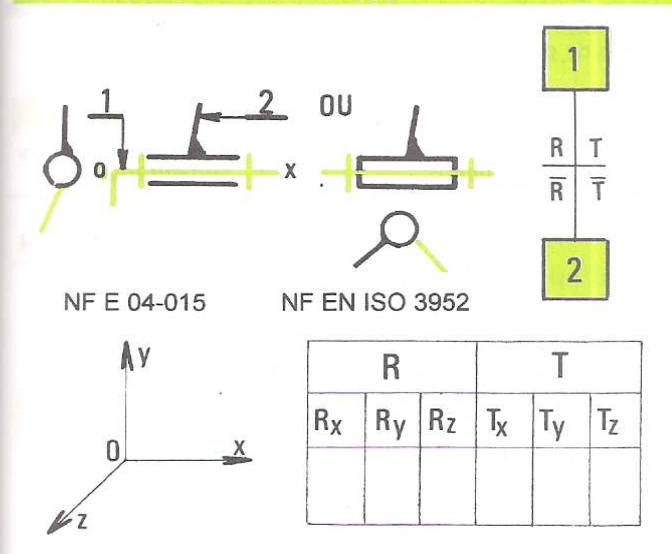
EXEMPLES DE CONSTRUCTIONS

Contact direct des surfaces frottantes	Contact avec éléments roulants	Contact avec éléments roulants
Poignée de manivelle	Roulement à billes	Roulement à rouleaux coniques
	FAG	SNR
Bague coussinet cylindrique	Roulement à rouleaux	Butée à billes double effet
Bague coussinet sphérique	Roulement à aiguilles	Butée à aiguilles
serti bronze fritté		

19. LIAISON PIVOT

Signification : Entre les deux pièces existent :
— suivant un axe : une liberté en rotation (R) et une liaison en translation ($\overline{T}$).

19/01 - SCHÉMA CINÉMATIQUE



R			T		
R_x	R_y	R_z	T_x	T_y	T_z

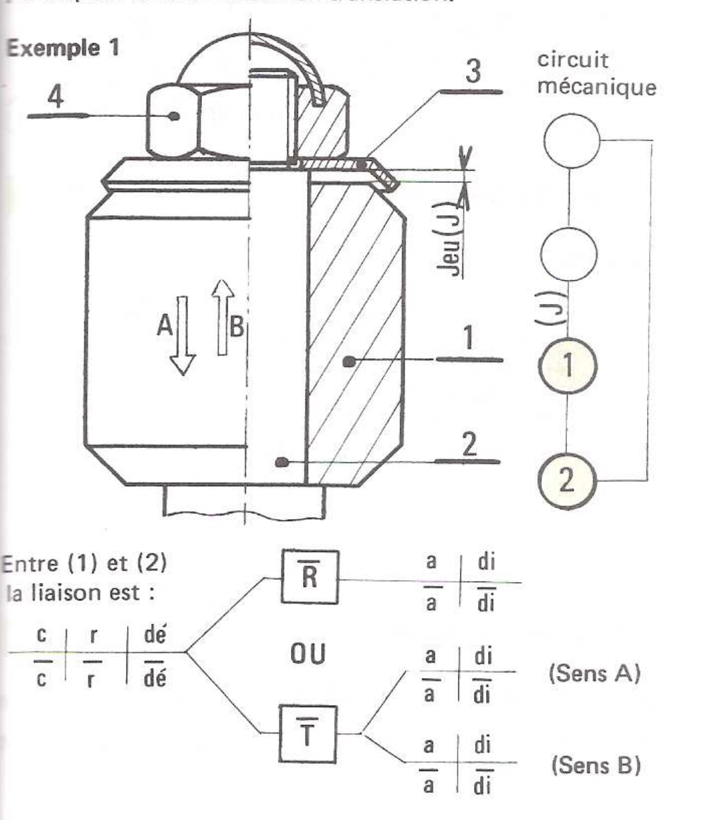
ÉLÉMENTS PARTICIPANT À LA LIAISON EN TRANSLATION

19/02 - CONTACTS PLAN / PLAN

Liaison en translation ⟹ 2 obstacles

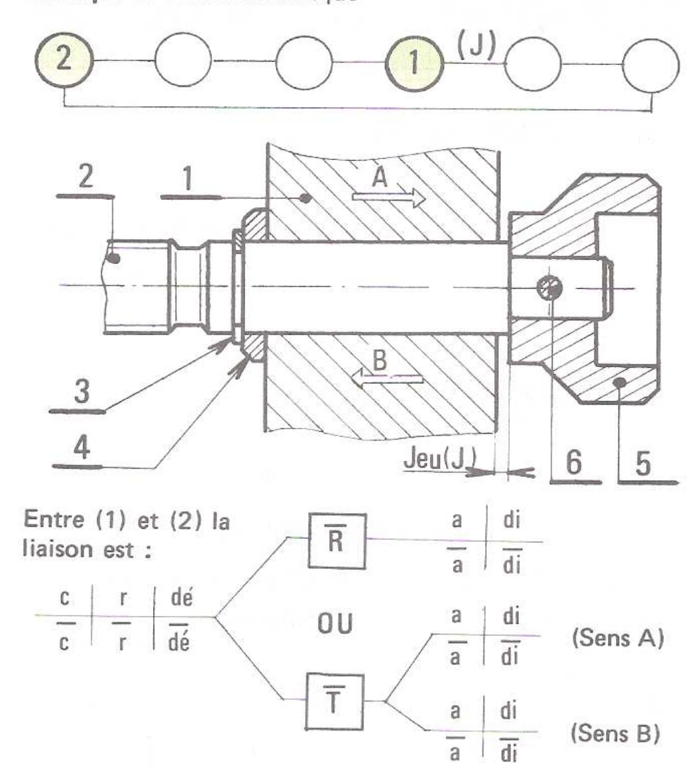
Le circuit mécanique fait apparaître les éléments qui participent à cette liaison en translation.

Exemple 1



19/03 - CONTACTS PLAN / PLAN

Exemple 2 circuit mécanique



Entre (1) et (2) la liaison est :

c | r | dé
$\overline{c}$ | $\overline{r}$ | $\overline{dé}$

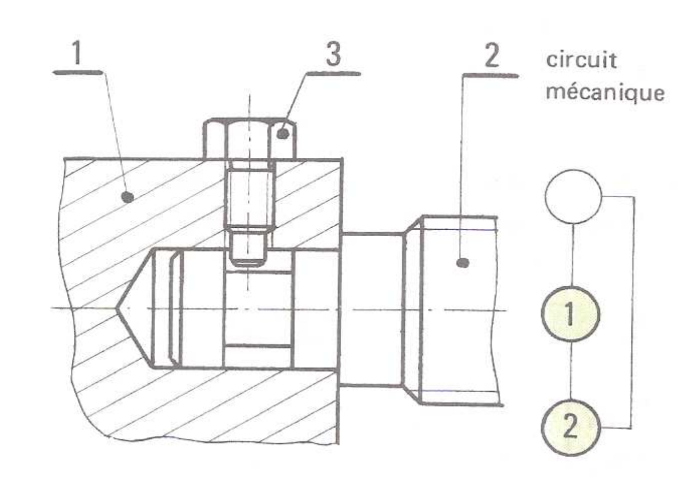
$\overline{R}$ — a | di / $\overline{a}$ | $\overline{di}$

OU

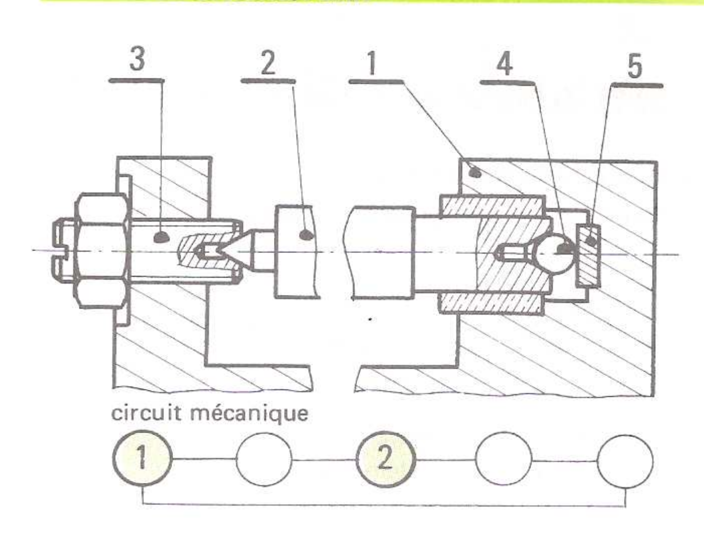
$\overline{T}$ — a | di / $\overline{a}$ | $\overline{di}$ (Sens A)

a | di / $\overline{a}$ | $\overline{di}$ (Sens B)

19/04 - CONTACTS CYLINDRE/PLAN ET PLAN / PLAN



19/05 - CONTACTS CÔNE / CÔNE ET SPHÈRE/PLAN



LIAISON PIVOT

20. PALIERS-CLASSIFICATION

20/01 - FONCTION D'UN PALIER

- Assurer le guidage en rotation dans une liaison rotoide.
- Supporter des efforts radiaux et éventuellement axiaux.

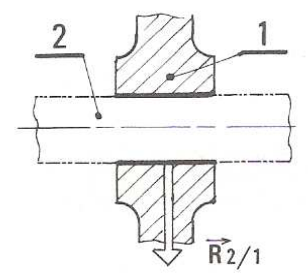
20/02 - CLASSIFICATION

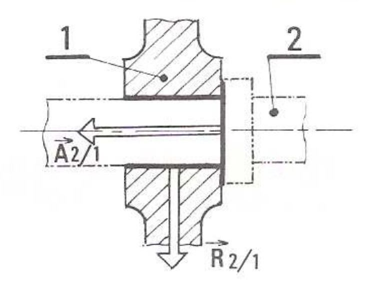
Les paliers sont classés d'après les charges qu'ils supportent.

ARBRE HORIZONTAL

- Effort radial seul : **Palier porteur**
- Efforts radial et axial : **Palier butée**

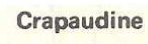


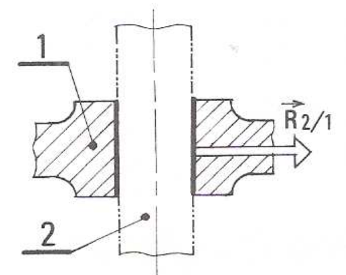


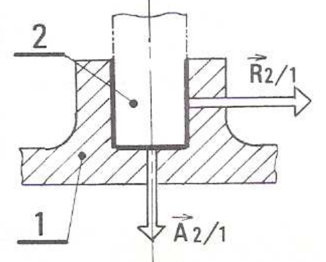


ARBRE VERTICAL

- Effort radial seul : **Palier vertical ou boitard**
- Efforts radial et axial : **Crapaudine**







20/03 - ÉLÉMENTS DU GUIDAGE

- **Guidage avec frottement :**
  Voir chapitre 19 - Coussinets, butées.
- **Guidage avec glissement fluide :**
  Voir chapitre 18 - Palier fluide.
- **Guidage avec roulement :**
  Voir chapitre 20 - Roulements.

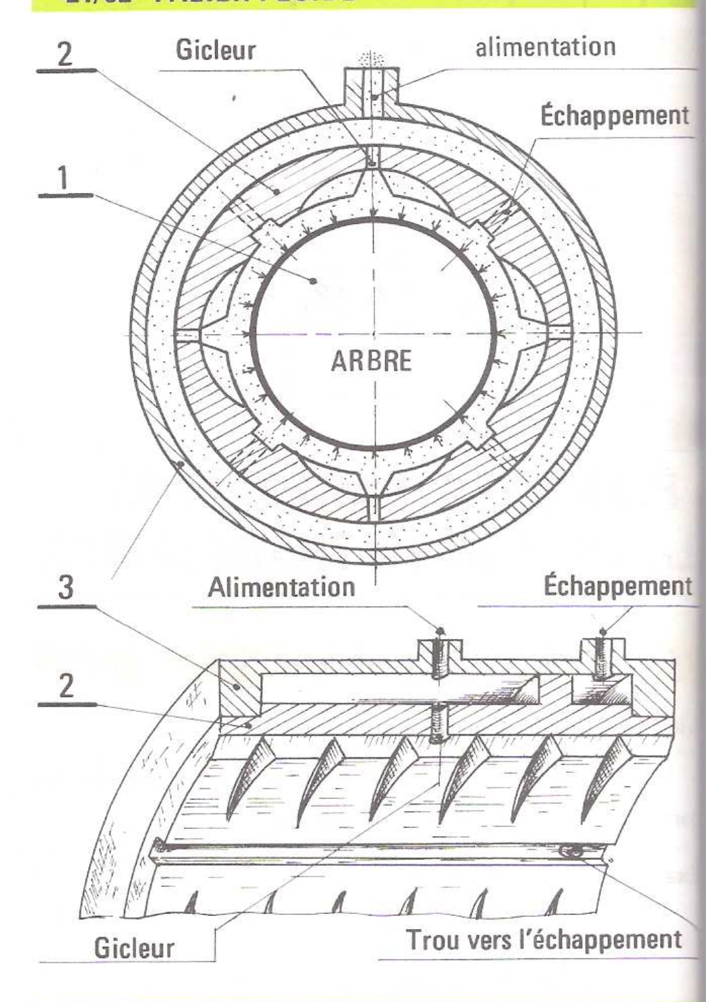
LIAISON PIVOT

21. PALIER FLUIDE

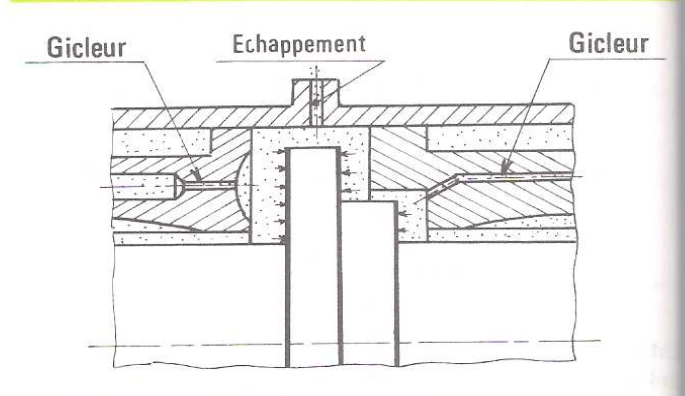
21/01 - PRINCIPE

L'arbre monté dans le palier n'est pas en contact avec l métal; il est pendant le fonctionnement, suspendu dans u champ de pressions.

21/02 - PALIER FLUIDE



21/03 - BUTÉE FLUIDE



21/04 - AVANTAGE

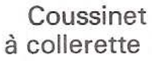
Sur rectifieuses, le palier fluide ne transmet pas à la meul les vibrations qui donnent naissance à des défauts d'éta de surface.

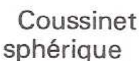
LIAISON PIVOT

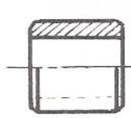
22. COUSSINETS

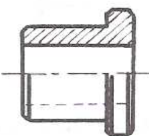
22/01 - TYPES DE COUSSINETS

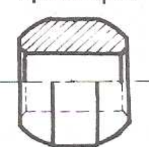






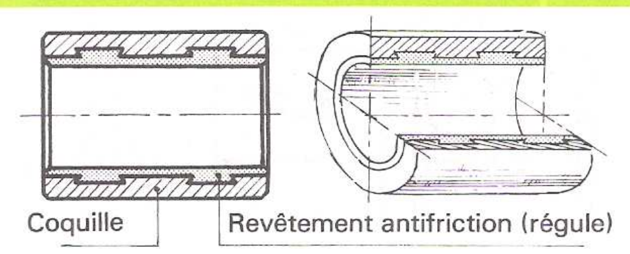






- Matériaux :
  Fonte - Bronze phosphoreux - Bronze fritté.
  Matières plastiques (nylon).
- *Remarques :*
  Les coussinets en matière plastique ont un très faible coefficient de frottement avec l'acier, même sans lubrification. Ils résistent à la corrosion.

22/02 - COUSSINETS - COQUILLES

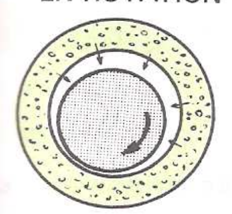


Coquille en acier ou en bronze dans laquelle on a coulé un revêtement antifriction appelé aussi « régule ».

22/03 - COUSSINETS AUTOLUBRIFIANTS

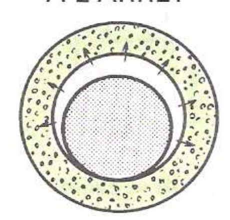
- Ces coussinets en bronze fritté - voir chapitre 62 - absorbent jusqu'à 30 % de leur volume en huile.
- Ils sont imprégnés d'huile à haut pouvoir lubrifiant avant montage (Ils sont graissés à vie).
- Fonctionnement :

EN ROTATION



L'effet d'aspiration de l'arbre en rotation fait sortir l'huile du corps du coussinet. Un coin d'huile se forme, le graissage obtenu est alors hydrodynamique. Voir chapitre 31/03.

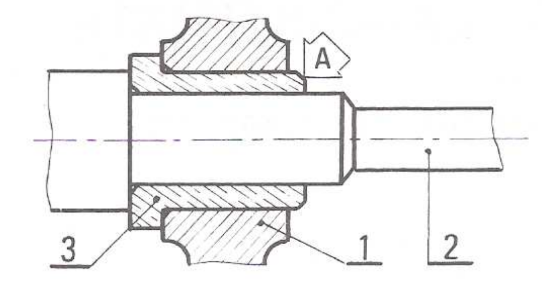
A L'ARRÊT



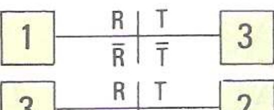
Dès l'arrêt de l'arbre, grâce aux capillarités des pores du bronze fritté, l'huile est résorbée dans le corps du coussinet.

- Avantages des coussinets autolubrifiants :
  - suppression des graisseurs et frais d'entretien ;
  - graissage hydrodynamique en permanence pendant la rotation ;
  - fonctionnement silencieux ;
  - possibilité de choisir les coussinets en fonction de : la charge, la vitesse, la température et le milieu ambiant ;
  - le frittage permet de réaliser des coussinets avec des tolérances serrées à des prix inférieurs à ceux obtenus en métal coulé et décolleté.

22/04 - MONTAGE D'UN COUSSINET



- Type de palier (1) . . . .
- Type de coussinet (3) . . . .

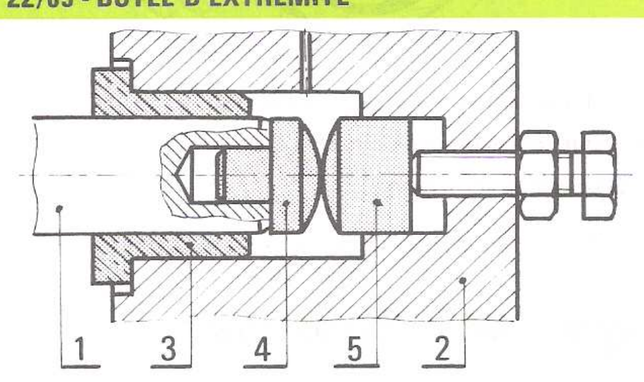


1/3 : Ajustements : . . . / . . .
3/2 : Ajustement : . . . / . . .
Voir M.A. chapitre T6/14

- Fonction du chanfrein (A) ?

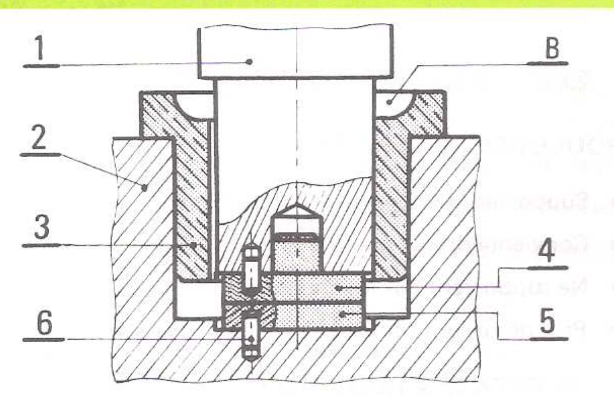
☐ . . . .

22/05 - BUTÉE D'EXTRÉMITÉ



PIVOT (4) : pièce en liaison avec l'arbre ;
GRAIN (5) : pièce en liaison avec le palier.
Ces pièces sont en acier trempé.

22/06 - COUSSINET ET BUTÉE POUR CRAPAUDINE



- Fonction de l'ergot (6) ?

☐ . . . .
. . . .

- Quel est l'état de surface des surfaces de frottement des pièces (4) et (5) ?

☐ . . . .

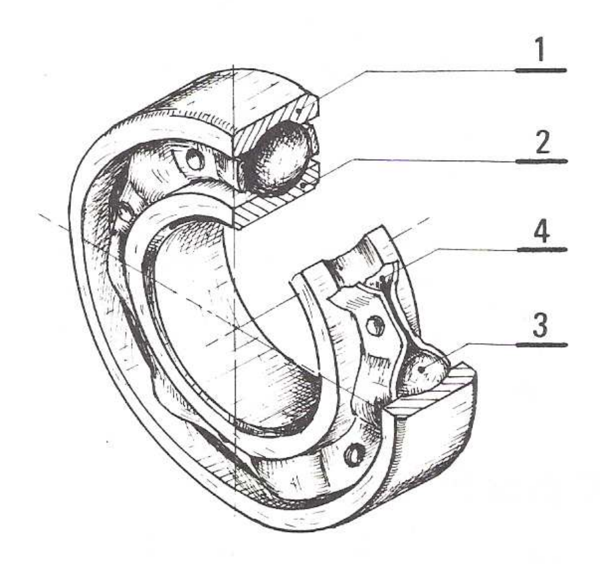
- Fonction de la gorge circulaire (B) ?

☐ . . . .

LIAISON PIVOT

23. ROULEMENTS

23/01 - ÉLÉMENTS CONSTRUCTIFS



1 - Bague extérieure solidaire du moyeu.

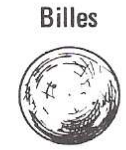
2 - Bague intérieure solidaire de l'arbre.

3 - Élément de roulement.

4 - Cage

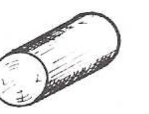
23/02 - ÉLÉMENTS DE ROULEMENT

Billes





Rouleaux



Aiguilles



23/03 - CARACTÉRISTIQUES

ROULEMENTS À BILLES

- Supportent des charges radiales élevées.
- Conviennent aux grandes vitesses et petits roulements.
- Ne supportent pas les chocs.
- Prix de revient modéré.

ROULEMENTS À ROULEAUX

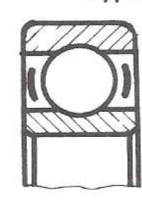
- Supportent des charges radiales très élevées.
- Supportent les chocs.
- Les roulements à rouleaux coniques supportent des charges axiales élevées.

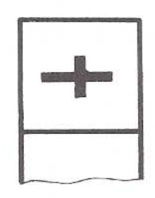
ROULEMENTS À AIGUILLES

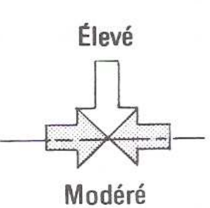
- Supportent des charges radiales très élevées avec chocs.
- Encombrement réduit.

ROULEMENTS À BILLES

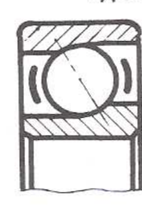
23/04 - Rigide à une rangée de billes
Type BC

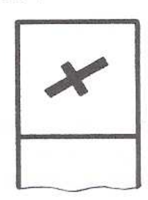


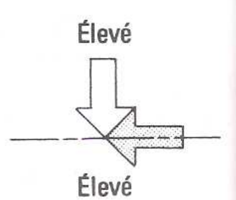




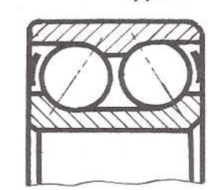
23/05 - A contact oblique - une rangée de billes
Type BN et BT

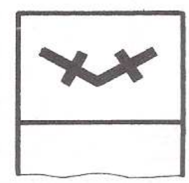


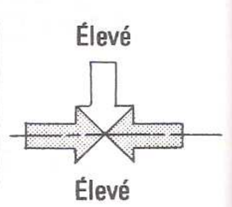




23/06 - A contact oblique - deux rangées de billes
Type BE





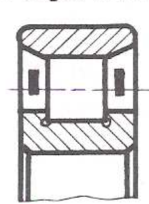


ROULEMENTS À ROULEAUX

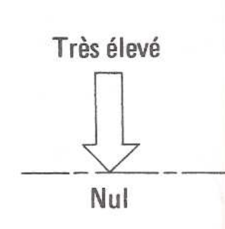
23/07 - Double épaulement

— sur bague inférieure : Type RN

— sur bague extérieure : Type RU

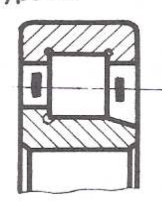


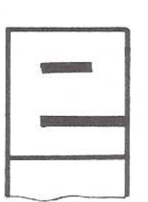


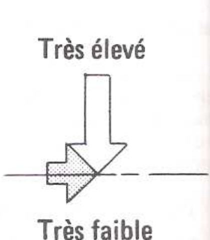


23/08 - Épaulements sur les deux bagues

Type RJ

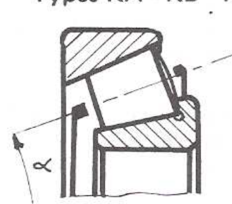


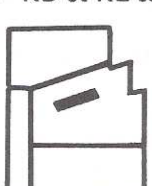


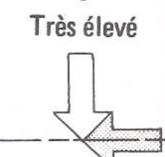


23/09 - Rouleaux coniques

Types KA - KB - KC - KD et KE suivant l'angle.



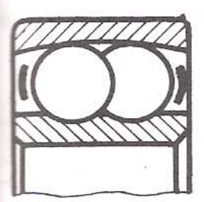
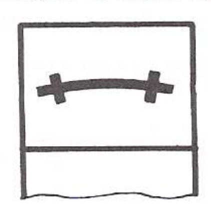
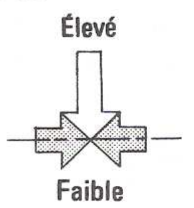




ROULEMENTS À ROTULE

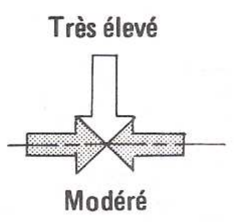
Ils supportent un léger défaut d'alignement.

23/10 - **Sur deux rangées de billes.** Type BS

23/11 - **Sur deux rangées de rouleaux** - Type SC

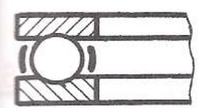
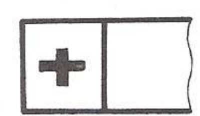
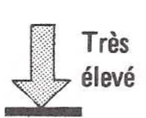




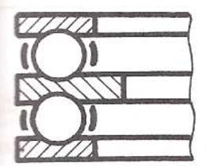
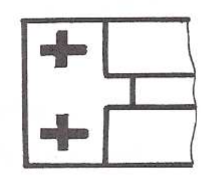
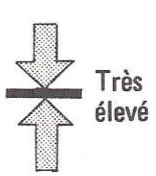
BUTÉES

Elles supportent uniquement des efforts axiaux.

23/12 - **Butée à billes simple effet** - Type TA

23/13 - **Butée à billes double effet** - Type TDC

23/14 - MONTAGE DES ROULEMENTS

- **Montage arbre tournant**

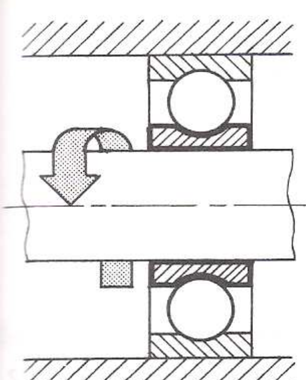
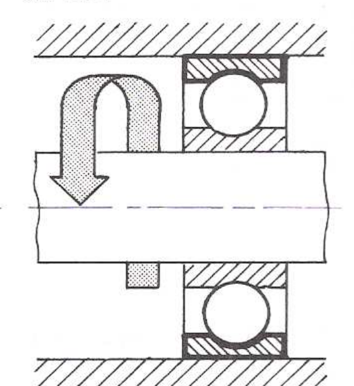
La bague intérieure est entraînée en rotation.

La bague extérieure est fixe.

- **Montage moyeu tournant**

La bague extérieure est entraînée en rotation.

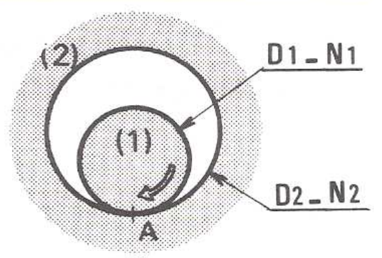
La bague intérieure est fixe.

23/15 - RAPPEL : RAPPORT DES VITESSES DE ROTATION de deux roues de friction

N1 et N2 :

vitesses de rotation en tr/min

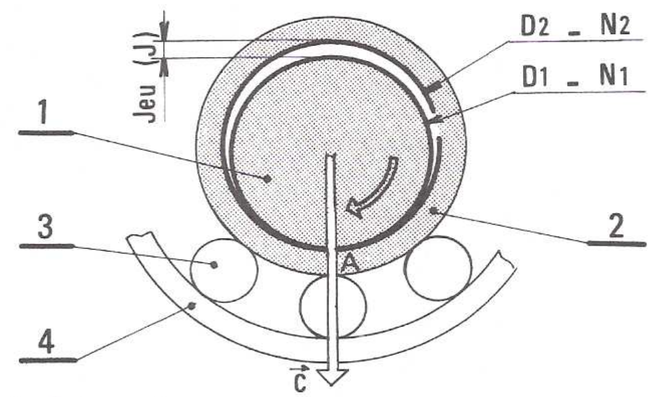


$$D1 \times N1 = D2 \times N2$$

$$\Rightarrow \frac{D1}{D2} = \frac{N2}{N1}$$

23/16 - PHÉNOMÈNE DE LAMINAGE

appelé aussi : «roulage»



1 - Arbre moteur.

2 - Bague intérieure du roulement.

3 - Éléments de roulement.

4 - Bague extérieure du roulement.

HYPOTHÈSE : cas de l'arbre tournant.

Supposons l'arbre moteur monté avec jeu (J) dans l'alésage de la bague intérieure du roulement. *Voir figure ci-dessus.*

- L'arbre (1), en tournant, entraîne la bague (2) par adhérence (Friction)
- $\frac{D1}{D2} = \frac{N2}{N1}$ (voir rappel)
- $D1 \neq D2 \Longrightarrow N2 \neq N1$
- La bague (2) ne tourne pas à la même vitesse que l'arbre (1). *L'arbre tourne alors dans la bague et, le jeu étant faible, il y a écrouissage des surfaces en contact.*
- La bague (2) est laminée entre l'arbre (1) et les éléments de roulement (3).

23/17 - RÈGLES :

1. Pour éviter le phénomène de laminage, la bague *qui tourne (*)* doit être montée *avec serrage*, c'est-à-dire **sans jeu.**
2. La bague *qui ne tourne pas (*)* est montée **avec du jeu :** pas de risque de laminage.

(*) par rapport à la direction de la charge.

23/18 - TOLÉRANCES DES PORTÉES

Voir Méthode Active - chapitre R 17/02

23/19 - MONTAGE ARBRE TOURNANT : APPAREIL À FRAISER LES RAINURES

LIAISON EN TRANSLATION :
BAGUES EXTÉRIEURES AVEC MOYEU FIXE.

L'ensemble des deux bagues est lié en translation – directement (di) ou indirectement ($\overline{di}$) – avec le moyeu fixe, *une seule fois dans chaque sens (2 obstacles).*

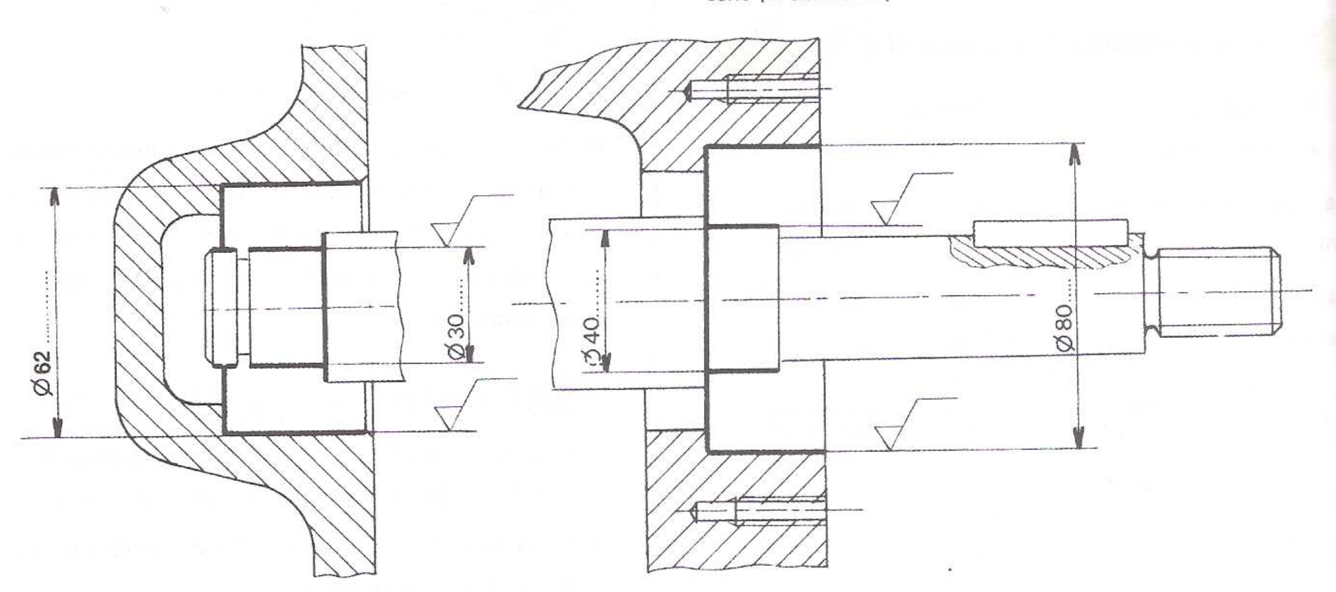
Aucune liaison | Aucune liaison | di : 2—12 | $\overline{di}$: 12—3—2

8 | 9 | 2 | 12 | 3 | 4 | 5 | 1 | 10 | 11 | 7 | 6

$\overline{di}$: 1—8—10 | di : 10—1 | di : 1—11 | $\overline{di}$: 11—7—4—5—6—1

LIAISON EN TRANSLATION :
BAGUES INTÉRIEURES AVEC ARBRE TOURNANT

Chaque bague est liée en translation – directement (di) ou indirectement ($\overline{di}$) – avec l'arbre tournant, *dans les deux sens (4 obstacles).*



Exercice : Inscrivez sur le dessin ci-dessus les rugosités de surface et les tolérances des portées de roulements. (Charge forte).

Consultez : Méthode active, chapitres S6 et R17/02

23/20 - MONTAGE MOYEU TOURNANT : GALET TENDEUR

LIAISON EN TRANSLATION :
BAGUES EXTÉRIEURES AVEC MOYEU TOURNANT.

Chaque bague est liée en translation — directement (di) ou indirectement ($\overline{di}$) — avec le moyeu tournant, *dans les deux sens (4 obstacles).*

di (2)–(3)

$\overline{di}$ (3)–(4)–(5)–(6)–(2)

$\overline{di}$ (2)–(3)–(4)–(5)

$\overline{di}$ (5)–(6)–(2)

3 4 5 6 2 12 1 11 7 9 8 10

Aucune liaison

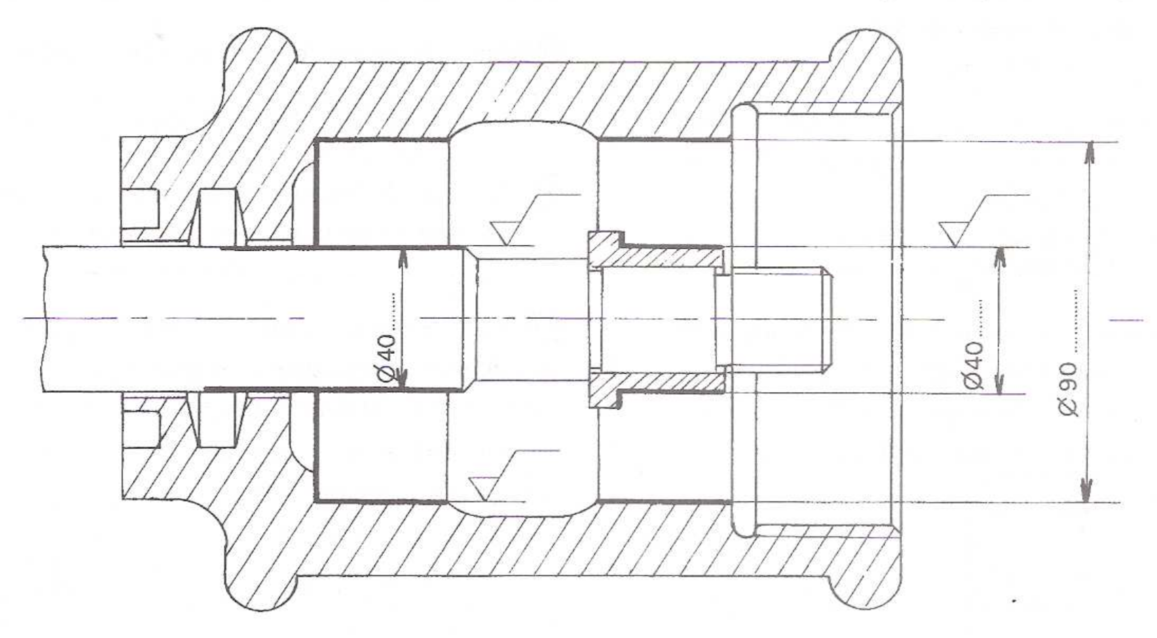
Aucune liaison

$\overline{di}$ (1)–(9)–(8)

$\overline{di}$ (8)–(10)–(11)–(12)–(1)

LIAISON EN TRANSLATION :
BAGUES INTÉRIEURES AVEC ARBRE FIXE.

L'ensemble des deux bagues est lié en translation — directement (di) ou indirectement ($\overline{di}$) — avec l'arbre fixe *une seule fois dans chaque sens (2 obstacles).*



Exercice : Inscrivez sur le dessin ci-dessus les rugosités de surface et les tolérances des portées de roulements. (Charge modérée).

Consultez : Méthode Active, chapitres S 6 et R 17/2.

23/21 - TOURET À MEULER

L'arbre (2) porte-meule est guidé en rotation par deux roulements (3) et (4).

(1) De quel type de roulement s'agit-il ?

☐ ....

(2) Le montage de ces roulements est-il à «arbre tournant» ou à «moyeu tournant» ?

☐ ....

(3) En tenant compte de la règle énoncée au chapitre 20/17, quelles sont les bagues montées avec serrage ?

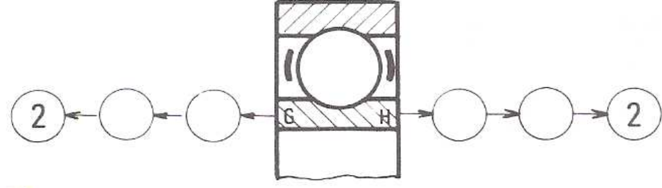
☐ .... (intérieures ou extérieures).

(4) Chacune de ces bagues doit être liée en translation avec l'arbre tournant, dans les deux sens (4 obstacles). Ces obstacles sont repérés par quelles lettres ?

A – B – C – D – E – F – G – H

(Entourez les lettres qui correspondent à la réponse).

(5) La bague intérieure du roulement (4) est liée indirectement en translation avec l'arbre (2), à gauche en (G), à droite en (H). Établir sur la relation de contact ci-dessous la suite des contacts entre la bague intérieure et l'arbre (2).



(6) Les bagues extérieures sont-elles montées avec jeu, ou avec serrage ?

☐ ....

(7) Combien d'obstacles sont nécessaires pour assurer la liaison en translation de l'ensemble des deux bagues extérieures non tournantes avec le bati (1). Par quelles lettres sont repérés ces obstacles en translation ?

☐ A – B – C – D – E – F – G – H

(Entourez les lettres qui correspondent à la réponse).

(8) La bague extérieure du roulement (3) est-elle liée en translation avec le bâti (1) :

☐ .... (*OUI* ou *NON*)

(9) Quel élément est repéré (16) et quelle est sa fonction ?

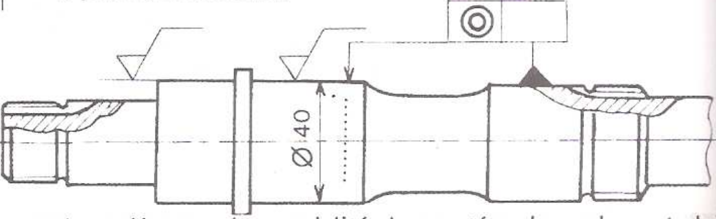
☐ ....

....

(10) Quelle est la rugosité de la surface de l'arbre (2) en contact avec les lèvres du joint d'étanchéité ?

☐ ....*(Voir Méthode Active - chapitre DT 37*

(11) Inscrivez sur le dessin ci-dessous la rugosité de surface et la tolérance à attribuer à la portée de roulement située à l'extrémité gauche de l'arbre porte-meule (charge modérée). Inscrivez également la rugosité de la surface en contact avec le joint d'étanchéité.



La tolérance de coaxialité des portées de roulement doit être faible, afin d'éviter une rotation irrégulière de la meule.

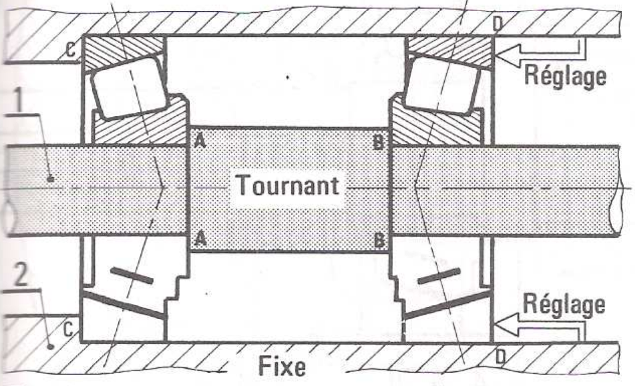
MONTAGE DES ROULEMENTS À ROULEAUX CONIQUES

Le montage des roulements à une rangée de billes à contact oblique est identique au montage des roulements à rouleaux coniques (*voir ci-dessous*).

23/22 - MONTAGE ARBRE TOURNANT : MONTAGE DIRECT - MONTAGE en « X »

Les bagues intérieures tournantes sont montées serrées.

Le réglage s'effectue sur une bague extérieure (non tournante).



☐ Liaison en translation des bagues intérieures avec l'arbre (1) : un obstacle en (A) / un obstacle en (B)

☐ Liaison en translation des bagues extérieures avec le moyeu (2) : un obstacle en (C) / réglagle en (D)

23/23 - MONTAGE ARBRE TOURNANT : MONTAGE INDIRECT - MONTAGE EN « O »

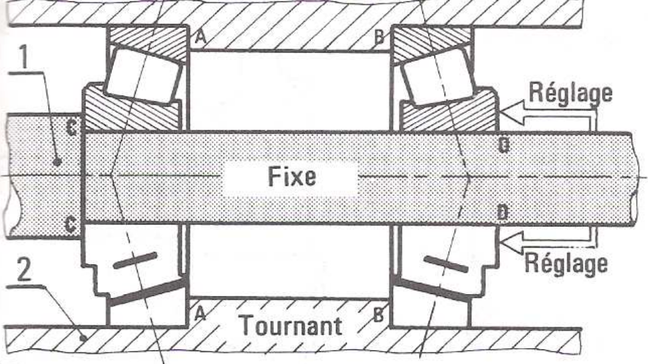
Lorsque les efforts supportés par les roulements s'exercent principalement suivant l'axe et que les roulements sont éloignés (les efforts radiaux étant faibles), il est possible de monter les roulements comme s'il s'agissait d'un montage «moyeu tournant» (montage indirect - montage en «O») - Voir ci-dessous.

Le réglage s'effectue alors :
- soit sur la bague intérieure tournante ajustée alors avec un faible jeu (tolérance sur l'arbre : h5),
- soit sur une bague extérieure non tournante, du côté (A) ou (B).

23/24 - MONTAGE MOYEU TOURNANT : MONTAGE INDIRECT - MONTAGE EN « O »

Les bagues extérieures tournantes sont montées serrées.

Le réglage s'effectue sur une bague intérieure (non tournante).



☐ Liaison en translation des bagues extérieures avec le moyeu (2) : un obstacle en (A) / un obstacle en (B)

☐ Liaison en translation des bagues intérieures avec l'arbre (1) : un obstacle en (C) / un réglage en (D)

ROULEMENTS À AIGUILLES

23/25 - CARACTÉRISTIQUES

Ils supportent de fortes charges radiales avec chocs.

Ils permettent de réaliser des paliers peu encombrants.

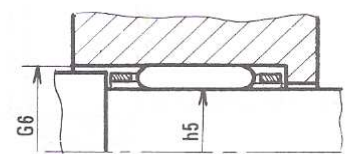
23/26 - DIFFÉRENTS TYPES

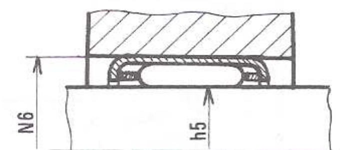
☐ CAGE À AIGUILLES

Les aiguilles sont en contact direct avec l'arbre et le moyeu.

☐ DOUILLE À AIGUILLES

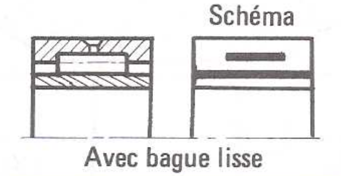
La cage en tôle est montée serrée dans le moyeu.
Les aiguilles sont en contact direct avec l'arbre.



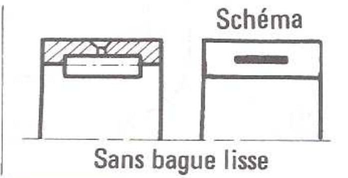


Les surfaces de roulement doivent avoir une dureté très élevée et une faible rugosité (Ra maxi = 0,4).

☐ ROULEMENTS À AIGUILLES



Avec bague lisse



Sans bague lisse

23/27 - TOLÉRANCES DE MONTAGE

Les tolérances de montage des roulements à aiguilles sont identiques à celles des roulements à rouleaux cylindriques *Voir Méthode Active - chapitre R 17/2.*

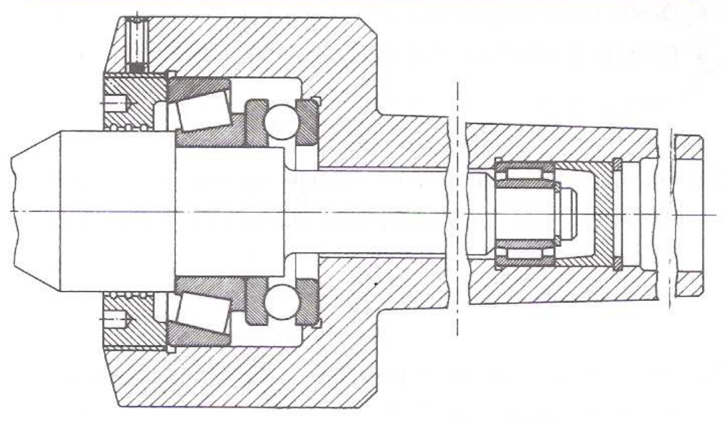
23/28 - FONCTIONNEMENT

Exemple : cas de l'arbre tournant

En marche normale, dans la zone des contacts (aiguilles/arbre) se forme un coin d'huile qui crée un film d'huile ; les aiguilles cessent alors de tourner et l'arbre glisse sur le film d'huile formé.



23/29 - EXEMPLE D'UN MONTAGE AVEC UN ROULEMENT À AIGUILLES



Contre-pointe mobile d'un tour

23/30 - MONTAGE D'UN ARBRE DE RÉDUCTEUR DE VITESSE

La roue (3) d'un réducteur est clavetée sur l'arbre (2) guidé en rotation par deux roulements (5) et (6).

(1) De quel type de roulement s'agit-il ?

☐...

(2) Le montage de ces roulements est-il à : «arbre tournant» ou «moyeu tournant» ?

☐...

(3) Ce montage est-il un montage direct (en «X») ou un montage indirect (en «O») ?

☐...

Comparez le dessin du montage ci-dessus au schéma du du chapitre 20/22.

(4) Quelle pièce assure l'obstacle en (C) ? ....

(5) Comment est effectué le réglage en (D) ?

☐...

....

(6) Pourquoi retrouve-t-on un réglage également en (C) ? Pensez au bon fonctionnement du couple des pignons coniques.

☐...

....

(7) En (A) et en (B) les liaisons avec l'arbre sont-elles directes (di) ou indirectes ($\overline{di}$) ?

 ☐...

(8) Sachant qu'il s'agit d'un montage «arbre tournant», quelles sont les bagues montées avec serrage ?
(intérieures ou extérieures) ....

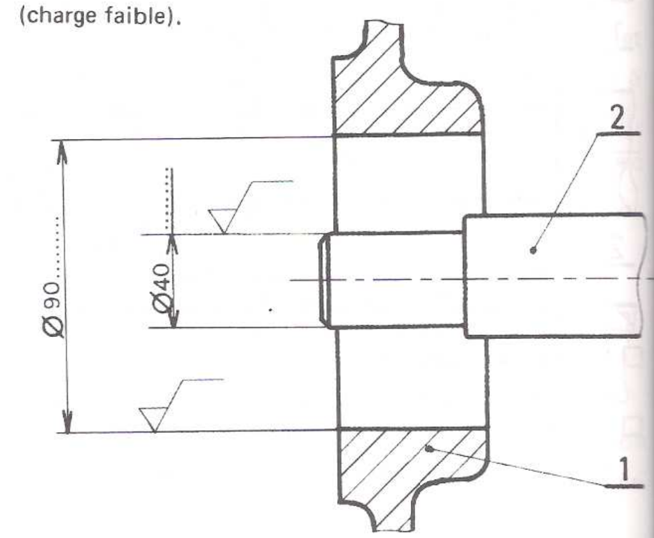
(9) Quelle tolérance allez-vous donner aux portées qui vont recevoir ces bagues ?

☐...

(10) Quelle tolérance allez-vous donner aux portées qui recevront les autres bagues ?

☐...

(11) Inscrivez sur le dessin ci-dessous les rugosités de surface et les tolérances des portées du roulement gauche.
(charge faible).



23/31 - MONTAGE D'UNE ROUE DE REMORQUE OU CARAVANE

Ensemble Moyeu/tambour de frein

Flasque supportant les segments de frein

Essieu fixe

8 6 7 3 2 4 5 1

La jante d'une roue est fixée sur un ensemble moyeu/tambour de frein (2). Cet ensemble est guidé en rotation autour de la fusée de l'essieu (1) avec deux roulements (3) et (4).

(1) De quel type de roulement s'agit-il ?

☐...

(2) Le montage de ces roulements est-il à : «arbre tournant» ou à «moyeu tournant» ?

☐...

(3) Le montage est-il un montage direct (en «X») ou un montage indirect (en «O») ?

☐...

(4) Comment appelle-t-on l'écrou repéré (6) ?

☐...

(5) Cet écrou a-t-il besoin d'être serré énergiquement au montage ?

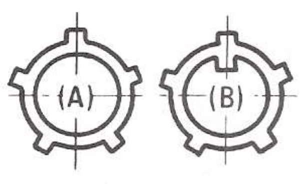
(oui ou non) ....

(6) Pourquoi ? ....

(7) Quelle est la fonction de la rondelle (7) ?

☐...

(8) Si vous aviez à choisir une rondelle-frein, entre les deux rondelles ci-contre, laquelle choisiriez-vous et pourquoi ?



(A) ou (B) : ....

....

(9) Sachant qu'il s'agit d'un montage «moyeu tournant», quelles sont les bagues montées avec serrage ?

(intérieures ou extérieures) ....

(10) Quelle tolérance allez-vous donner aux portées qui recevront ces bagues ?

☐...

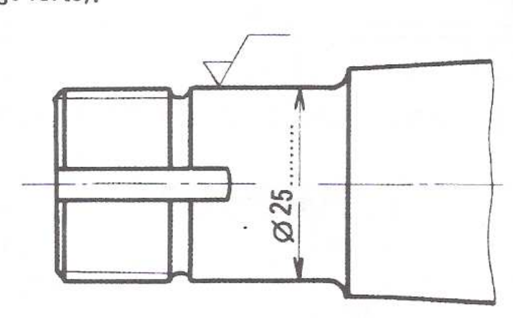
(11) Les autres bagues sont-elles montées avec jeu ou avec serrage ?

☐...

(12) Quelle tolérance allez-vous donner aux portées qui recevront ces bagues montées avec du jeu ?

☐...

(13) Inscrivez sur le dessin ci-dessous les rugosités de surface et la tolérance que vous attribueriez à la portée de roulement située à l'extrémité gauche de la fusée d'essieu. (charge forte).



Remarque :
Pour effectuer le graissage correct des deux roulements, notamment du roulement (4), il est nécessaire de démonter entièrement le moyeu.

23/32 - MONTAGE ET DÉMONTAGE DES ROULEMENTS

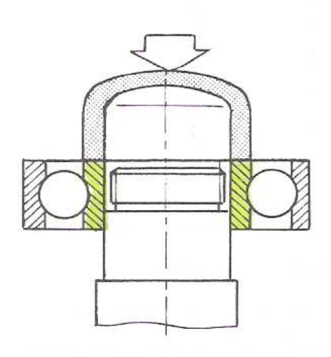
A - MONTAGE DES BAGUES

Règles générales :

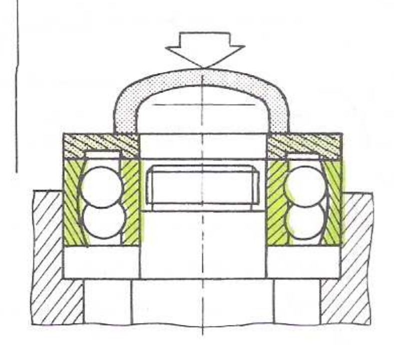
1. Appliquer la force de montage sur la bague à monter.
2. Utiliser une presse hydraulique, à la rigueur emmancher le roulement sur l'arbre avec de légers coups de marteau ; utiliser alors un tube en métal doux.
3. Ne jamais frapper directement sur les bagues avec un marteau. Les bagues sont trempées et sont sensibles aux chocs.

A/1 - MONTAGE DES ROULEMENTS À BILLES (ROULEMENTS NON DÉMONTABLES)

La bague intérieure du roulement doit être montée serrée sur l'arbre : utiliser une douille de montage qui appuie seulement sur la bague intérieure.

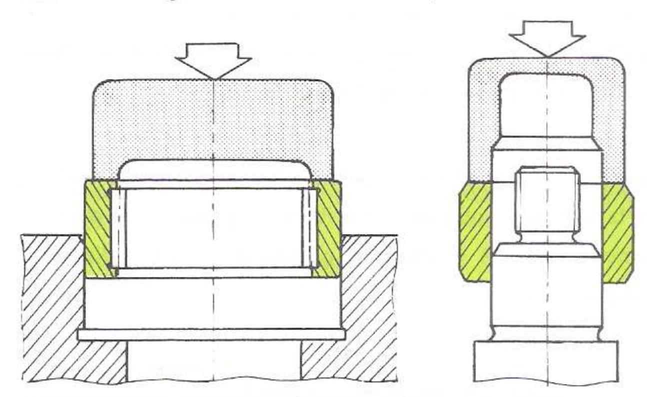


Le roulement doit être monté simultanément sur l'arbre et dans le logement : utiliser une rondelle qui appuie sur les deux bagues.

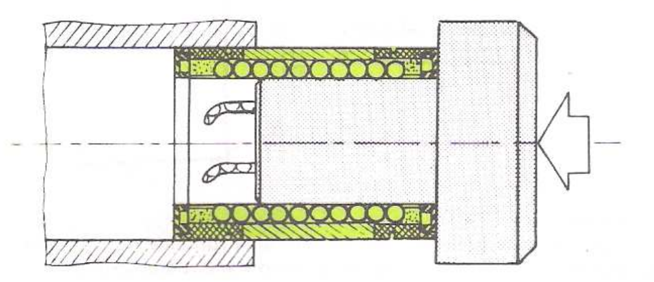


A/2 - MONTAGE DES BAGUES DES ROULEMENTS À ROULEAUX ET DES Rts À AIGUILLES (ROULEMENTS DÉMONTABLES)

Les deux bagues sont montées séparément.

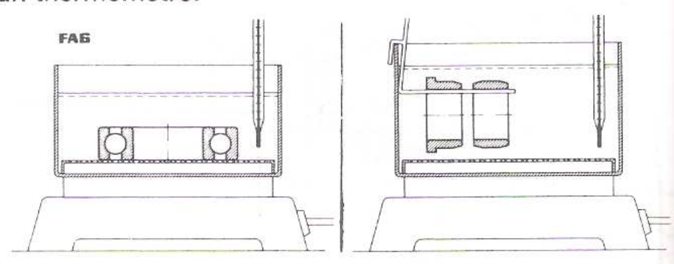


A/3 - MONTAGE DES DOUILLES À BILLES



A/4 - MONTAGE UTILISANT LE CHAUFFAGE

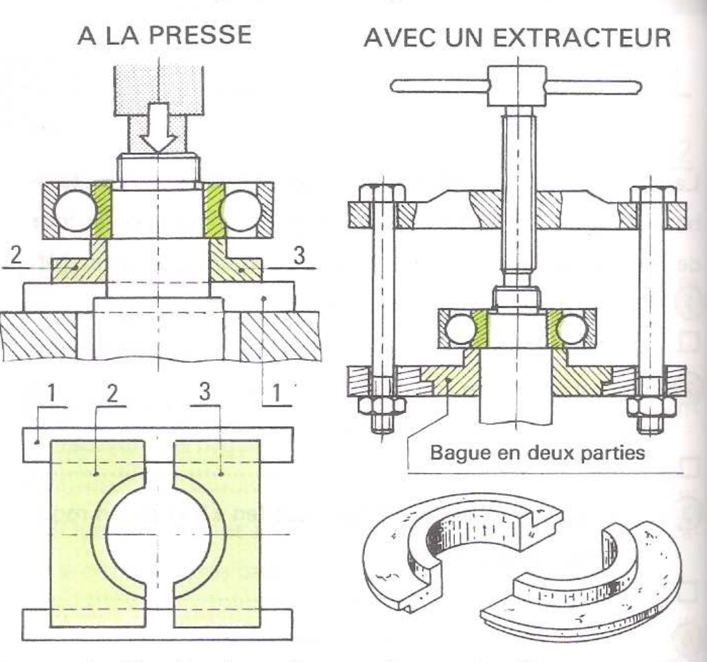
La mise en place des bagues montées serrées sur un arbre peut être obtenue en les chauffant préalablement - Utilisation de la dilatation des bagues -.
Généralement, les roulements ou les bagues sont chauffés dans un bain d'huile. Cette méthode garantit une température uniforme des roulements comprise entre 80 et 100 °C ; température facile à contrôler avec un thermomètre.



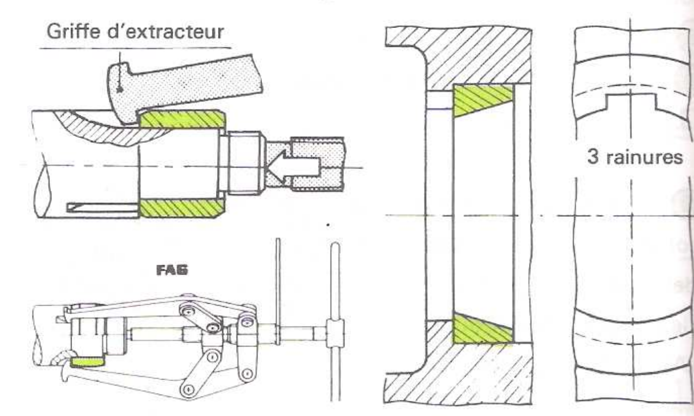
Surveiller la température qui ne doit jamais dépasser 120 °C. Au-dessus de cette limite, on risque de modifier la structure des bagues, ce qui entraîne une diminution de la dureté.

B - DÉMONTAGE DES BAGUES

Apporter beaucoup de soin au démontage des bagues. S'accrocher toujours sur la bague à arracher.



Lors de l'étude du palier, envisager le démontage du roulement. Si les bagues sont montées serrées, il est nécessaire de prévoir sur l'arbre ou dans le logement des dégagements permettant de placer les griffes d'un extracteur ou le démontage à la presse.

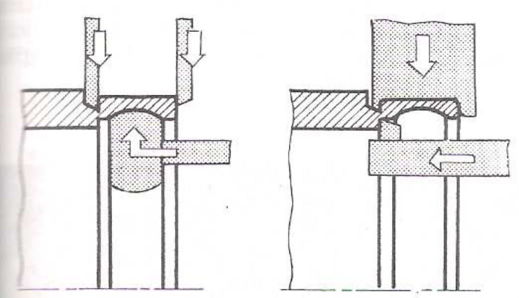


FABRICATION DES ROULEMENTS

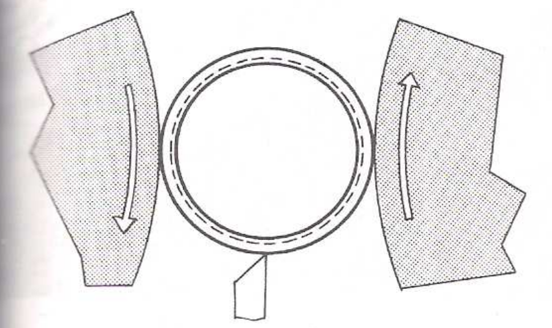
Photos et textes extraits de documents S.N.R.-Annecy

1 - FABRICATION DES BAGUES

1. DÉCOLLETAGE
2. REPRISE
3. TRAITEMENT THERMIQUE
4. RECTIFICATION DES FACES
5. RECTIFICATION DU DIAMÈTRE EXTÉRIEUR
6. RECTIFICATION DE L'ALÉSAGE
7. RECTIFICATION DU CHEMIN DE ROULEMENT
8. SUPERFINITION
9. CONTRÔLE



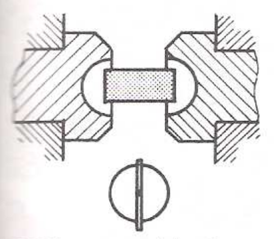
Les chaînes de tours multibroches automatiques assurent le décolletage des bagues de roulements, à partir de tubes ou de barres d'acier. Plusieurs outils usinent simultanément : face, arrondis, chanfreins, chemins, diamètre extérieur...

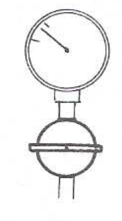


Rectification du diamètre extérieur des bagues extérieures à l'enfilade sur rectifieuses sans centres.

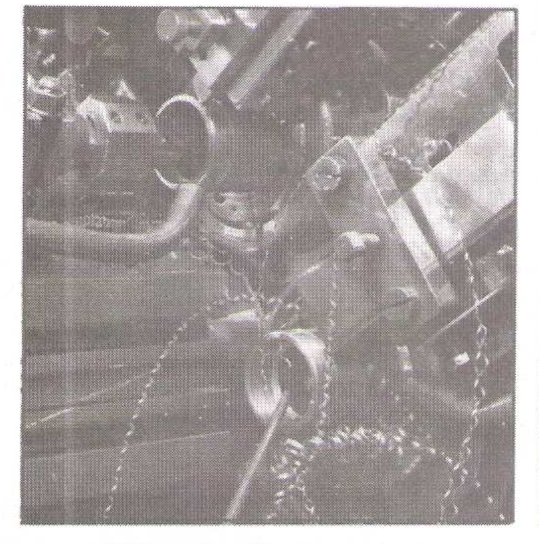
2 - FABRICATION DES CORPS ROULANTS

1. MATRIÇAGE
2. CONTRÔLE

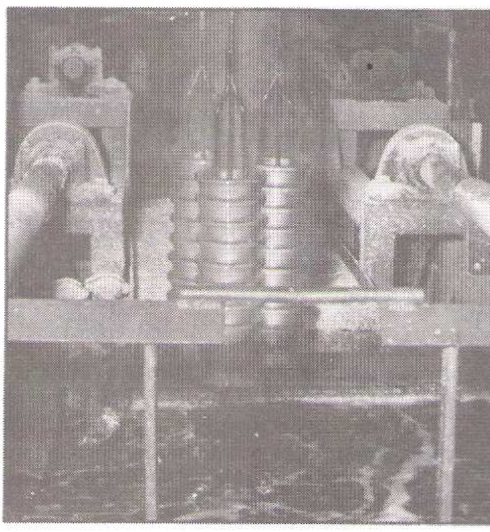




Différentes méthodes permettent d'approcher la sphéricité parfaite des billes. Dans la gamme la plus connue, les billes sont ébauchées à partir de fil d'acier par matriçage à froid sur presses horizontales à grande cadence. Les ébauches présentent alors un bourrelet équatorial et des pôles enlevés par abrasion sur machines rotatives.



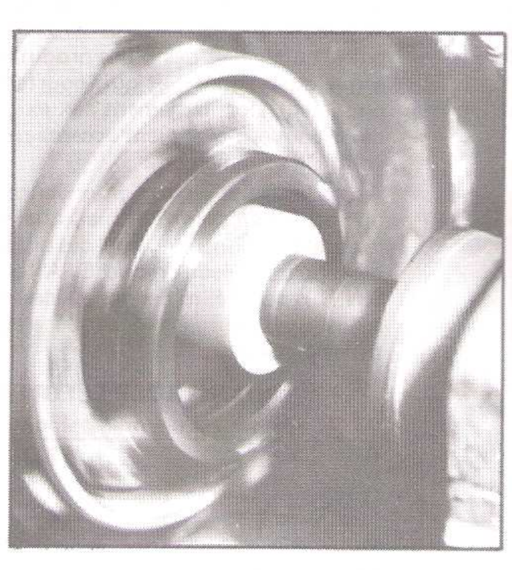
DÉCOLLETAGE DES BAGUES



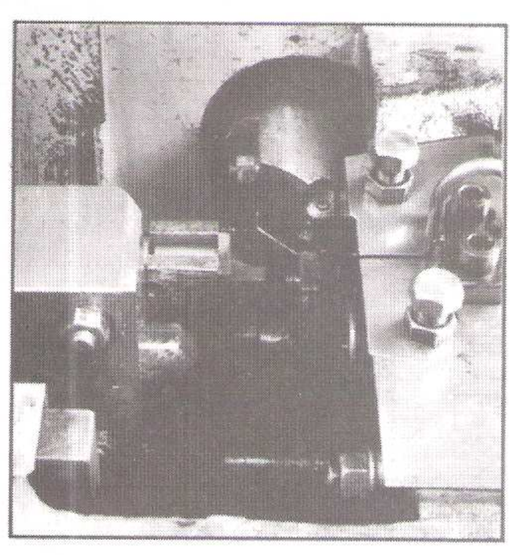
TRAITEMENT THERMIQUE



RECTIFICATION EXTÉRIEURE



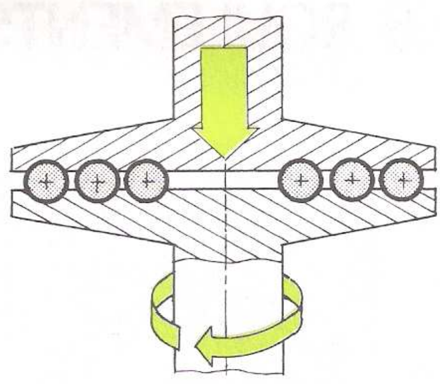
RECTIFICATION - ALÉSAGE

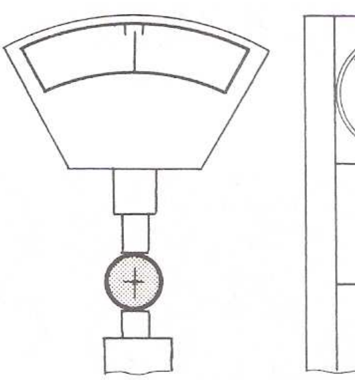


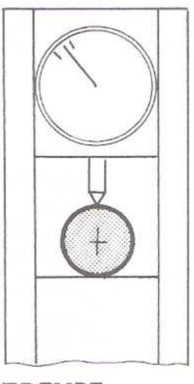
MATRIÇAGE

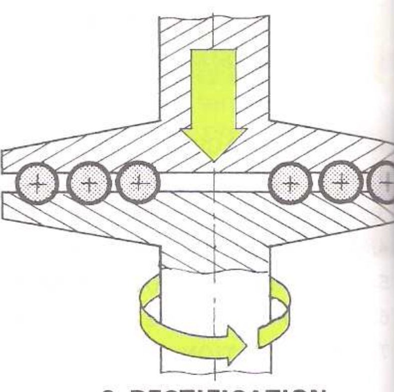


TRAITEMENT THERMIQUE









3. RECTIFICATION

L'opération de rectification ébauche avant traitement thermique donne à la bille sa forme et une cote approchée. Les billes mêlées à l'abrasif sont introduites entre deux plateaux à gorges circulaires, la rotation des ébauches entraînées par l'un des plateaux permet un enlèvement de métal des points hauts, permettant d'approcher ainsi la sphéricité parfaite.

4. CONTRÔLE

5. TREMPE DURETÉ ROCKWELL

Les opérations de traitement thermique donnent aux billes leur dureté définitive. La trempe est suivie d'un revenu comme pour les bagues.

6. RECTIFICATION ET FINITION

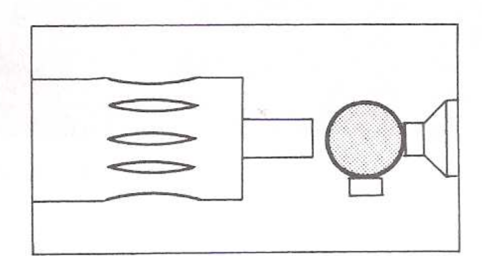
Suit alors une rectification après traitem thermique... puis des opérations de fini sur des machines à plateaux rotatif différents types.

7. CONTRÔLE

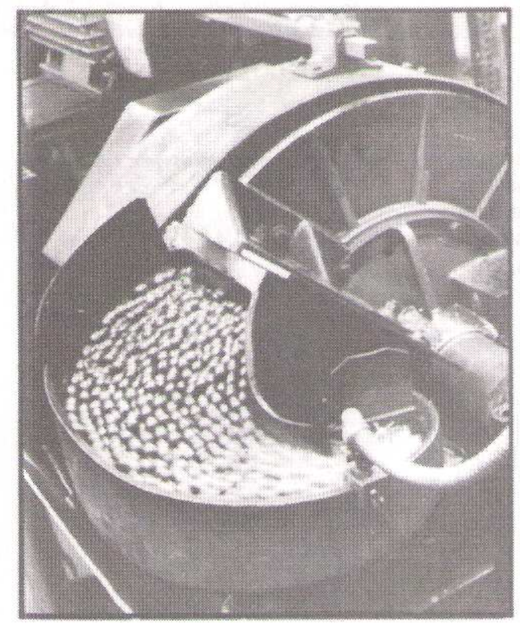
Les différentes améliorations de méthodes et de moyens de production, et de contrôle, ont fait faire un énorme progrès à la qualité des corps roulants S.N.R., au point qu'aucune des billes produites il y a quelques années, et qui, pourtant, répondaient alors largement aux exigences de l'époque, ne seraient acceptées par le contrôle actuellement.

Après lavage et séchage interviennent les opérations de contrôle final, qualitatif : le mirage ou contrôle visuel des billes - ou par appareil électronique ETA (breveté S.N.R.) pour éliminer les pièces défectueuses qui auraient échappé aux contrôles précédents.

8. CONTRÔLE ÉLECTRONIQUE



9. CALIBRAGE



FINITION



MIRAGE

3 - MONTAGE DES ROULEMENTS

Les bagues, les corps roulants sont classés au micron, en différents lots. Il faut choisir parmi les éléments pour obtenir le jeu moyen normalisé, ou tout autre jeu réduit ou augmenté selon les besoins de la clientèle.

1. ASSEMBLAGE
2. RIVETAGE
3. LAVAGE
4. CONTRÔLE FINAL
5. GRAISSAGE ET EMBALLAGE



ASSEMBLAGE



RIVETAGE

LIAISON PIVOT

24. PROTECTION DES ROULEMENTS

24/01 - FONCTION

- Protéger les roulements contre les pénétrations de corps étrangers.

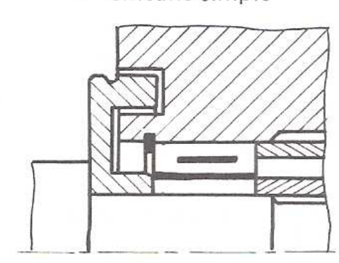
  Exemples : poussières, limaille, eau...

- Empêcher la sortie (fuite) du lubrifiant.

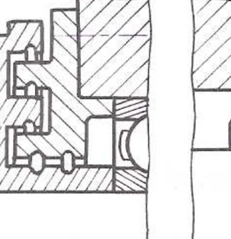
DISPOSITIFS DE PROTECTION POUR ROULEMENTS LUBRIFIÉS A LA GRAISSE

24/02 - SANS FROTTEMENT

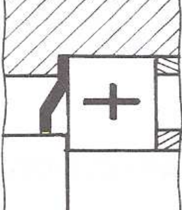
- Rainure de retenue
- Chicane simple



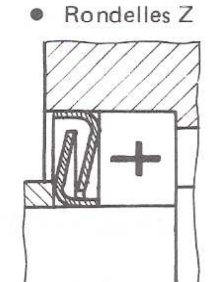
- Chicanes multiples



- Flasque



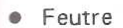
- Rondelles Z



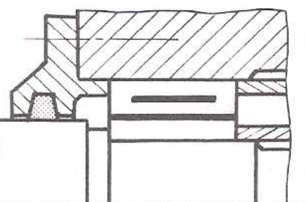
– Les chicanes sont surtout utilisées pour protéger des roulements soumis à l'humidité.
Exemple : broche de rectifieuse.

– Les chicanes sont remplies de graisse.

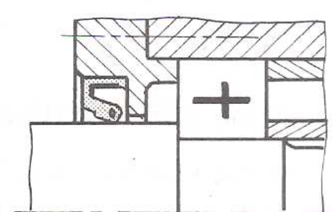
24/03 - AVEC FROTTEMENT



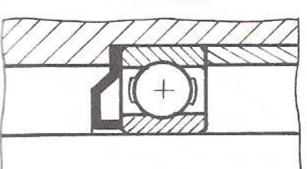
- Feutre



- Joints à lèvres

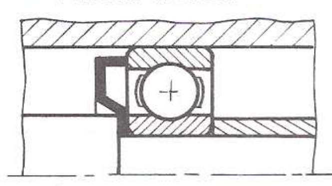


- Anneau « Nilos »



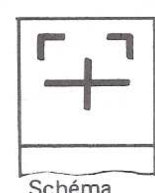
– Protection radiale sur bague intérieure

- Anneau « Nilos »

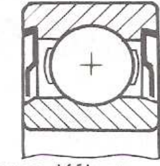


– Protection radiale sur bague extérieure

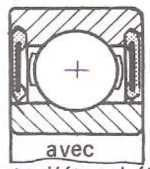
24/04 - ROULEMENTS ÉTANCHES



Schéma



avec déflecteurs



avec joints d'étanchéité

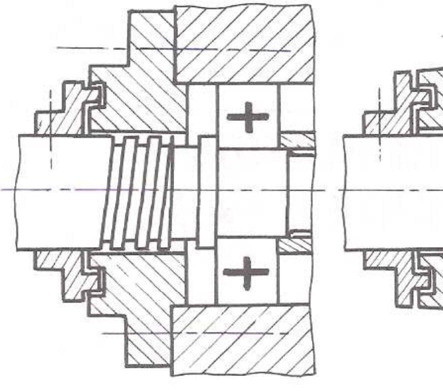
Un roulement étanche est garni de graisse au cours de sa fabrication, pour toute la durée de vie du roulement. Le graissage périodique des roulements étanches est donc inutile. Ils sont très utilisés dans les automobiles et dans les appareils électro-ménagers (réfrigérateurs, machines à laver etc...).

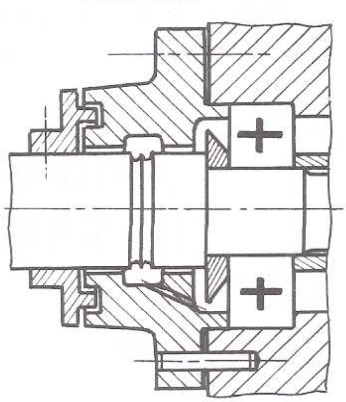
DISPOSITIFS DE PROTECTION POUR ROULEMENTS LUBRIFIÉS A L'HUILE

24/05 - SANS FROTTEMENT

- Turbine à vis
- Déflecteur

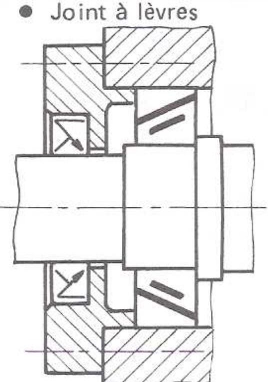




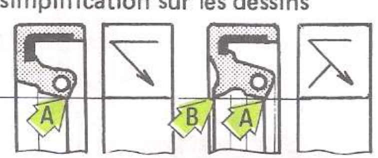


24/06 - AVEC FROTTEMENT

- Joint à lèvres



Types de joints à lèvres et simplification sur les dessins



Joint une lèvre - Joint deux lèvres

Le milieu à protéger est situé du côté du roulement

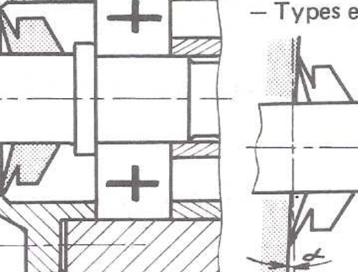
Voir chapitre 32/10

- Fonction des lèvres A et B
- Avantages et inconvénients des joints à lèvres

Voir Méthode Active - chapitre DT 38

– Types et tolérances de montage

- Joint V-Ring



Le joint V-Ring admet un léger défaut angulaire et tolère un défaut de coaxialité entre l'axe de l'arbre et celui du couvercle

REMARQUE : Ces joints sont également utilisés pour la protection des roulements lubrifiés à la graisse.

25. ARTICULATION CYLINDRIQUE

25/01 - CARACTÉRISTIQUES

Une articulation est dite «cylindrique» lorsque la rotation de la pièce guidée s'effectue autour d'un cylindre (axe).

- **ARTICULATION EN PORTE À FAUX**

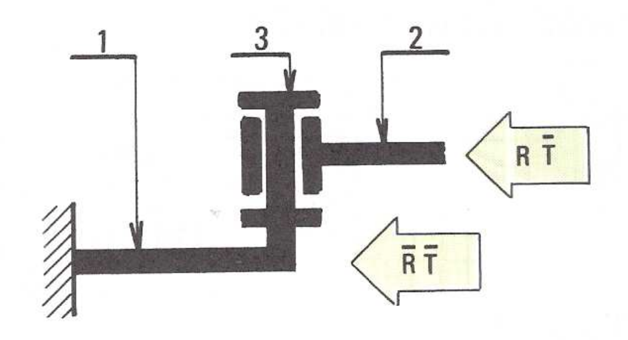
La rotation de la pièce guidée est complète autour de l'axe d'articulation. L'axe est encastré très rigidement à l'une de ses extrémités.

- **ARTICULATION À CHAPE**

La rotation de la pièce guidée est incomplète autour de l'axe d'articulation (il y a oscillation). L'axe est maintenu à ses deux extrémités.

ARTICULATION EN PORTE À FAUX

25/02 - SCHÉMA



1) - **Pièce support.**

2) - **Pièce guidée en rotation.**

3) - **Axe d'articulation.**

25/03 - COMPOSITION

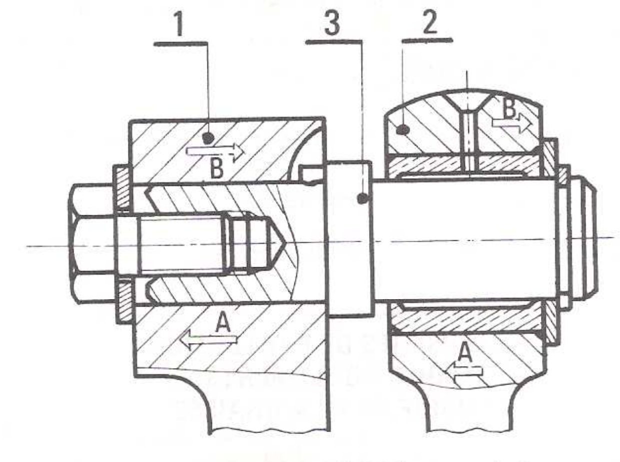
Une articulation en porte à faux est composée de deux liaisons :

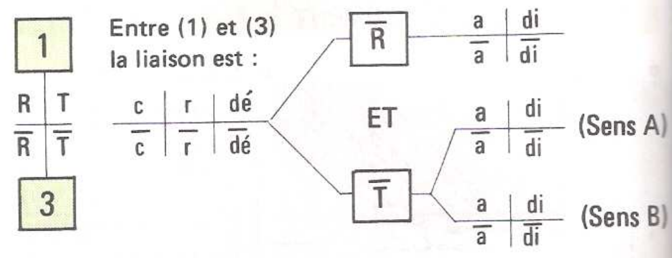
- **LIAISON ENCASTREMENT ($\overline{R}\ \overline{T}$) de (3) dans (1)**
  Voir chapitre 14.

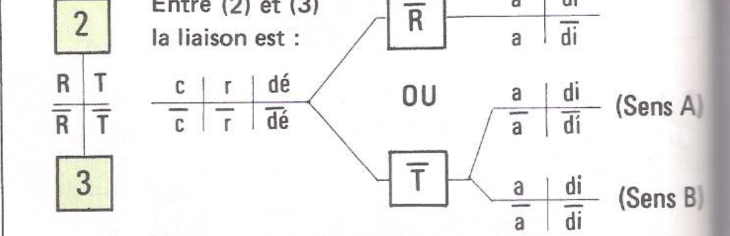
- **LIAISON PIVOT ($R\ \overline{T}$) de (3) dans (2).**
  Voir chapitre 19.

25/04 - EXEMPLE

LIAISON ENCASTREMENT ($\overline{R}\ \overline{T}$) LIAISON PIVOT ($R\ \overline{T}$)

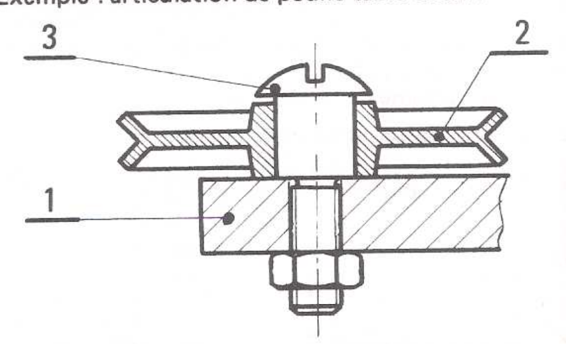






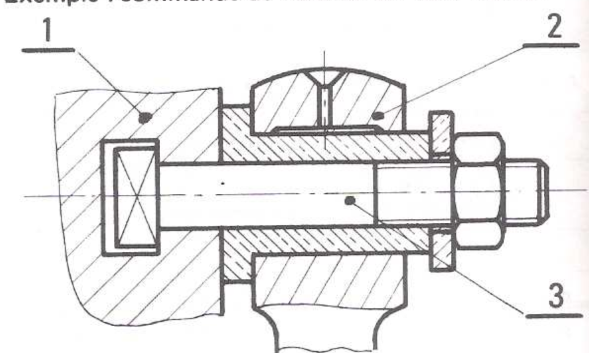
25/05 - PETITE ARTICULATION

Exemple : articulation de poulie table dessin.



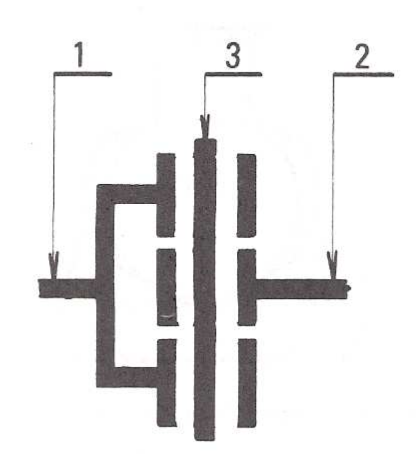
25/06 - ARTICULATION RÉGLABLE

Exemple : commande de l'avance sur étau limeur.



ARTICULATION À CHAPE

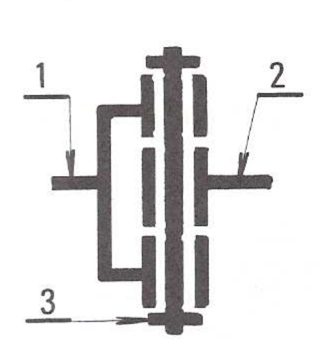
25/07 - SCHÉMA

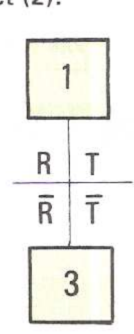


1) - **Pièce support - chape.**
2) - **Pièce guidée en rotation.**
3) - **Axe d'articulation.**

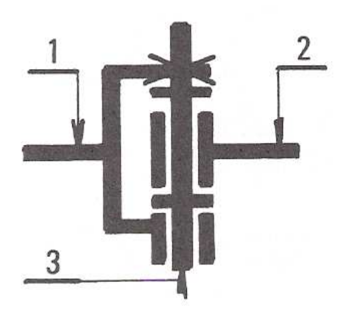
25/08 - LIAISONS AVEC L'AXE

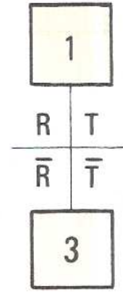
- L'axe peut être monté flottant entre (1) et (2).



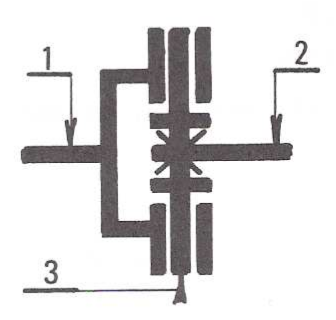


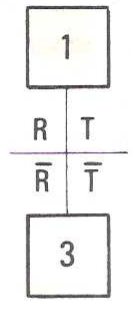
- L'axe peut être lié complètement à (1) et libre en rotation dans (2).





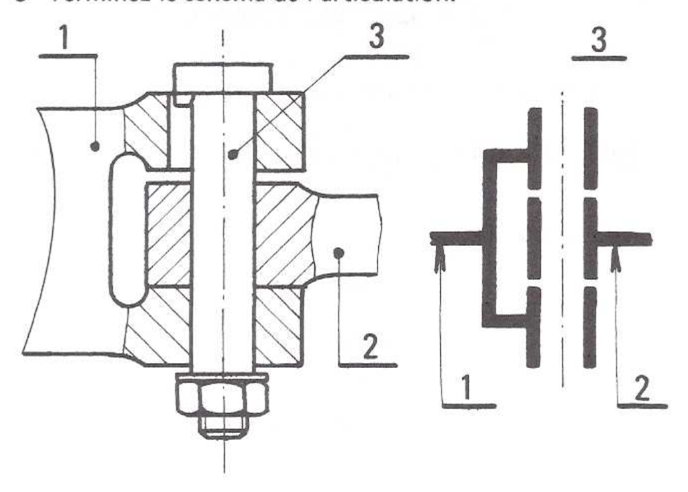
- L'axe peut être lié complètement à (2) et libre en rotation dans (1).





25/09 - BOULON AJUSTÉ

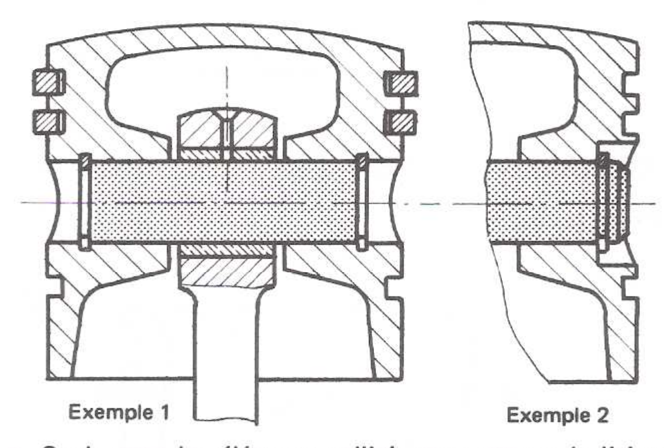
- Terminez le schéma de l'articulation.



25/10 - PISTON ET PIED DE BIELLE

- Axe monté flottant.

  Exemple : piston avec pied de bielle.

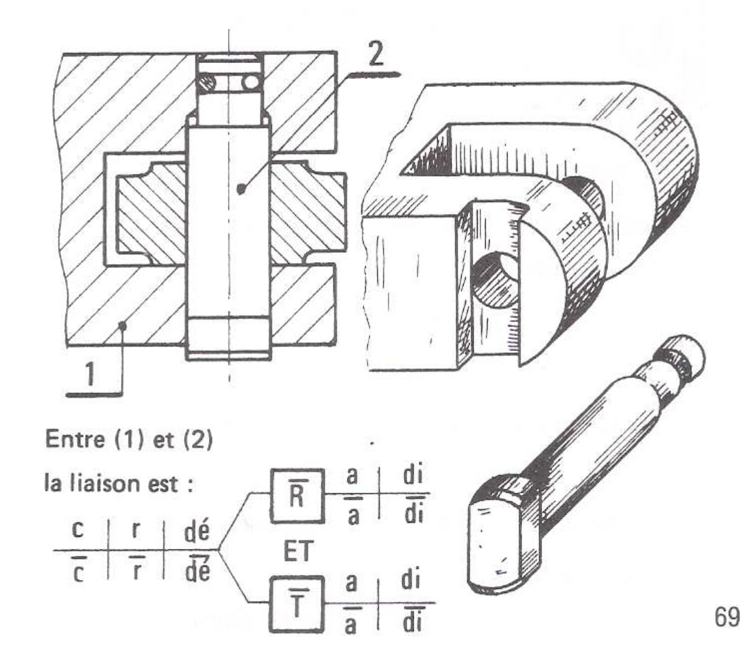


- Quels sont les éléments utilisés pour assurer la liaison en translation ?

☐ Exemple 1 : ....

☐ Exemple 2 : ....

25/11 - ARTICULATION DE COUPE-TUBE

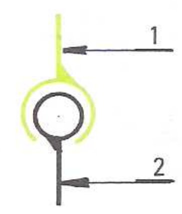


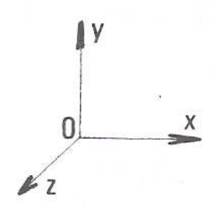
26 . LIAISON ROTULE ou SPHÉRIQUE

Trois degrés de liberté en rotation.

26/01 - SCHÉMA CINÉMATIQUE

NF EN ISO 3952

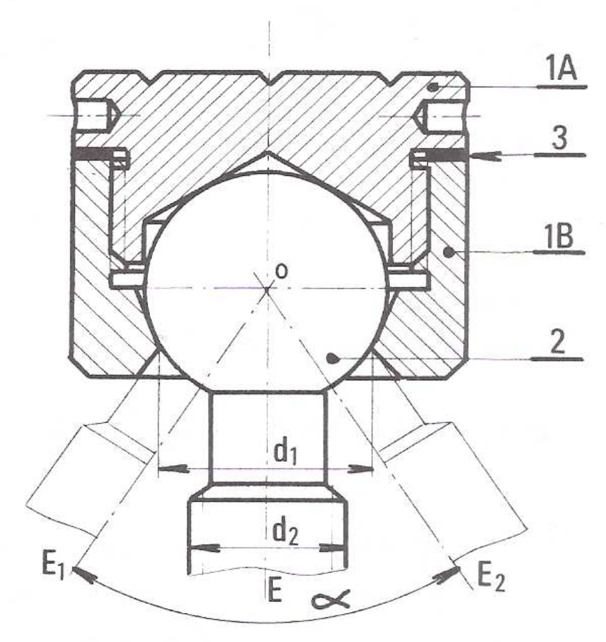




R			T		
R_x	R_y	R_z	T_x	T_y	T_z

26/02 - TÊTE DE VÉRIN

Exemple étudié :



- Surfaces fonctionnelles du guidage en rotation ?

☐ Sphère/cônes

- Le montage n'est possible que si :

☐ d1 > d2

- Les positions extrêmes de l'axe (OE) sont :

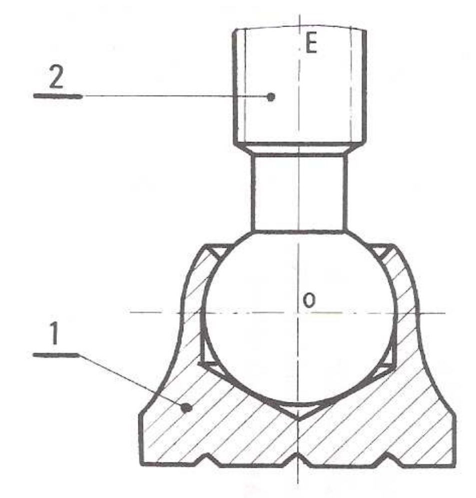
☐ OE1 et OE2

- L'amplitude de l'oscillation est donnée par l'angle (∝)

- Obtention du jeu fonctionnel ?

☐ Si nécessaire interposer des cales (3) entre (1A) et (1B).

26/03 - PATIN DE SERRE - JOINT



- Surfaces fonctionnelles du guidage en rotation ?

☐ sphère/.........................et sphère/..............................

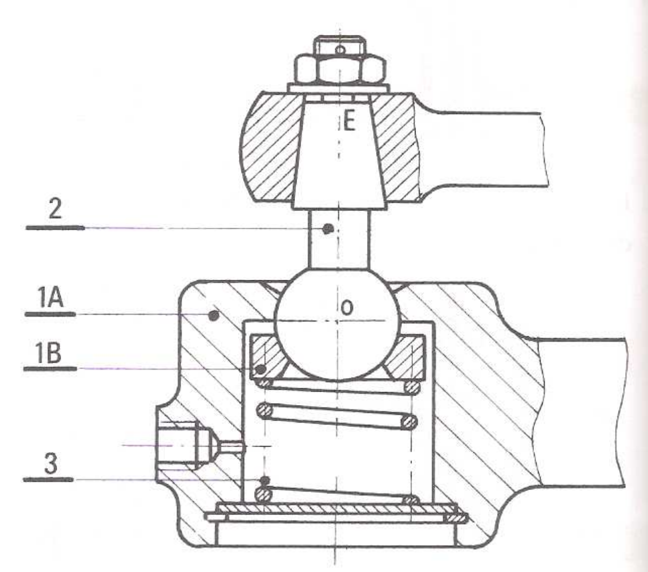
- Montage possible. Dessinez sur le dessin la forme de (1) avant sertissage:

- La liaison entre (1) et (2) est-elle démontable ?

☐ .... (oui ou non)

- Définissez l'amplitude (∝); tracez les positions extrêmes de l'axe (OE1 et OE2).

26/04 - BILLETTE DE DIRECTION



- Surfaces fonctionnelles du guidage en rotation?

☐ ....

- Montage possible (d1 > d2); placez sur le dessin d1 et d2.

- Définissez l'amplitude. (∝); tracez les positions extrêmes de l'axe (OE1 et OE2).

- Fonction du ressort (3) ?

☐ ....

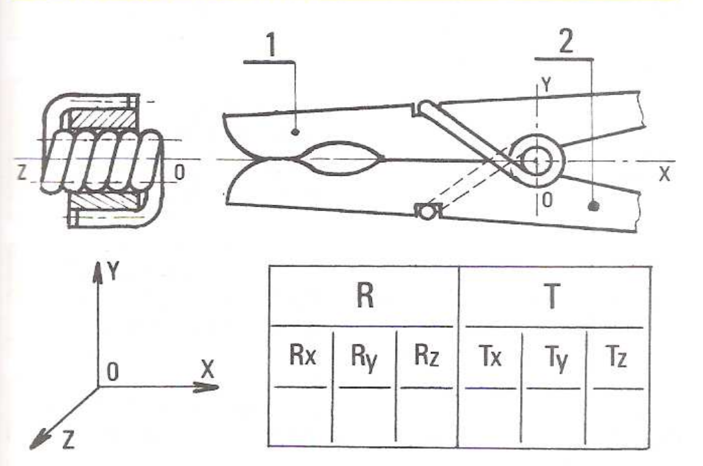
....

27. LIAISON ÉLASTIQUE

27/01 - DÉFINITION

- Une liaison est élastique lorsque, dans une direction au moins, elle provoque, directement ou indirectement la déformation d'un élément élastique.
- Une liaison élastique est toujours partielle.

27/02 - PINCE À LINGE

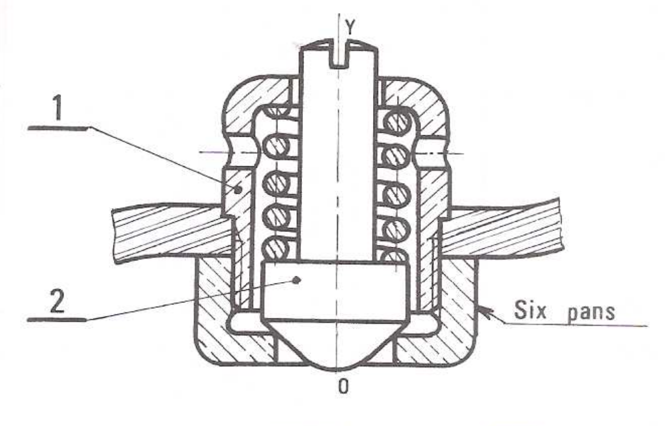


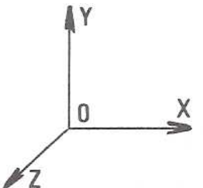
R			T		
Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz

Entre (1) et (2)
la liaison est :

c	r	dé
$\overline{c}$	$\overline{r}$	$\overline{dé}$

27/03 - SOUPAPE DE SÛRETÉ D'AUTOCUISEUR «SEB»



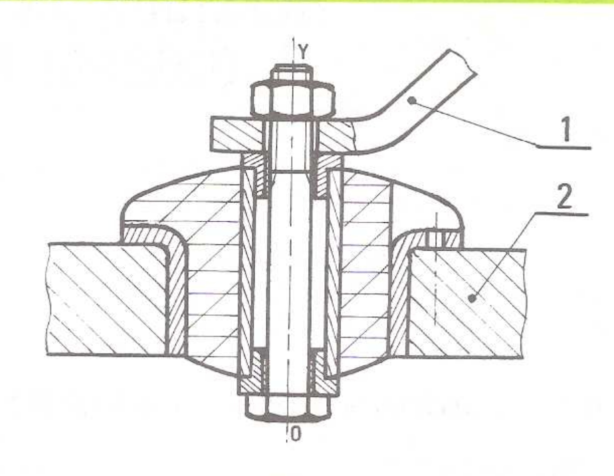


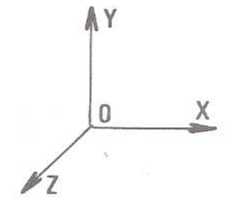
R			T		
Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz

Entre (1) et (2)
la liaison est :

c	r	dé
$\overline{c}$	$\overline{r}$	$\overline{dé}$

27/04 - TAMPON

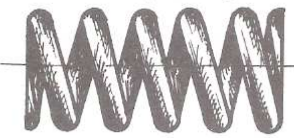


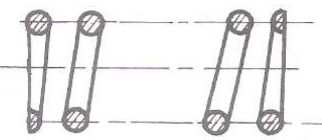


R			T		
Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz

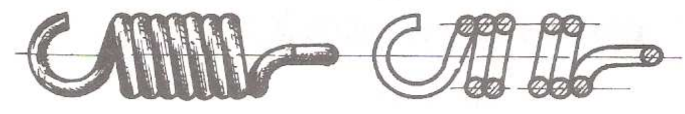
27/05 - LES RESSORTS

- **Ressort cylindrique de compression.**

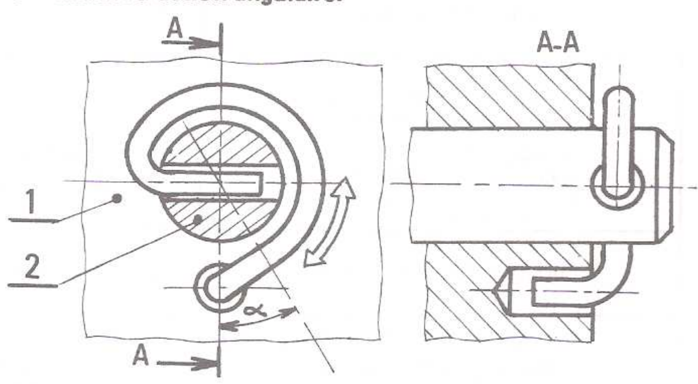




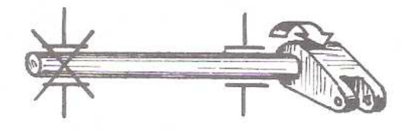
- **Ressort cylindrique de traction.**
  employé comme ressort de rappel.



- **Ressort à action angulaire.**



- **Barre de torsion.**



- **Ressort à lame.**



Matière

Voir Méthode Active - chapitre D10/2

RÉALISER UNE LIAISON GLISSIÈRE
GUIDAGE EN TRANSLATION

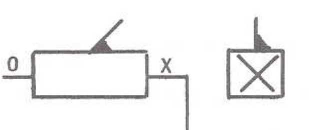
GÉNÉRALITÉS

Les solutions de construction mécanique qui permettent de réaliser une liaison glissière sont appelées :

GUIDAGE EN TRANSLATION

Un seul mouvement est possible entre deux éléments, celui-ci est un mouvement de translation.

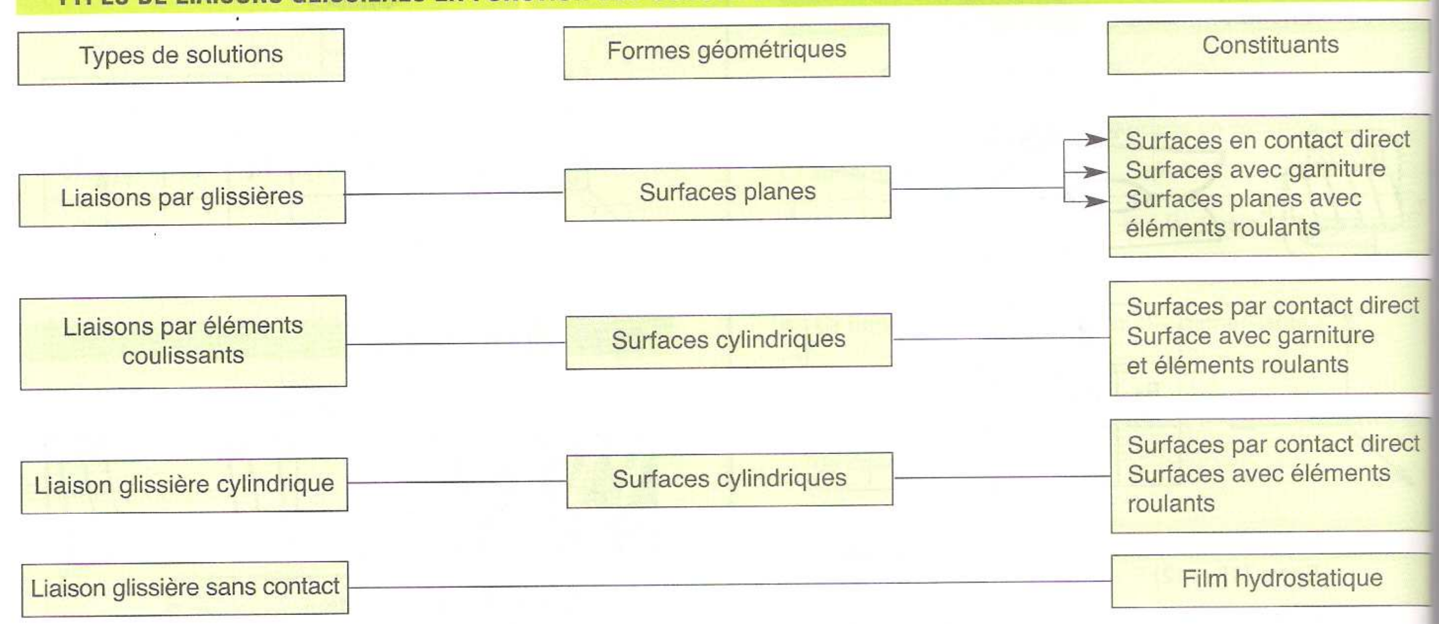
Schématisation normalisée de la liaison glissière



Rx = 0	Tx = 1
Ry = 0	Ty = 0
Rz = 0	Tz = 0

1 seul degré de liberté

TYPES DE LIAISONS GLISSIÈRES EN FONCTION DES CONSTITUANTS ET DES FORMES GÉOMÉTRIQUES



EXEMPLES DE CONSTRUCTIONS

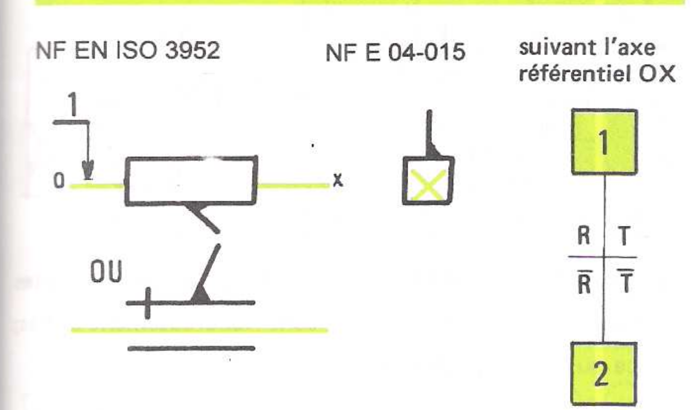
Contact direct	Surfaces avec éléments roulants	
Surfaces prismatiques	Patins à aiguilles	Double guidage
Surfaces en queue d'aronde	Douille à billes fermée	Douille à billes ouverte
Surfaces en Vé et plan	Patins en Vé	Vis à billes

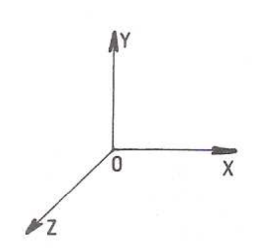
28. LIAISON GLISSIÈRE

Signification : Entre les deux pièces existent :
- suivant un axe : une liberté en translation (T) et une liaison en rotation ($\overline{R}$),
- suivant les autres axes : aucune liberté.

28/01 - SCHÉMA CINÉMATIQUE

NF EN ISO 3952 — NF E 04-015 — suivant l'axe référentiel OX



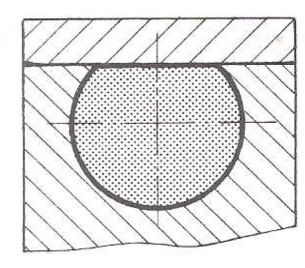


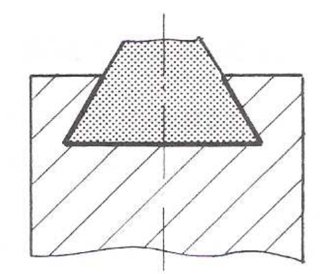
R			T		
R_X	R_Y	R_Z	T_X	T_Y	T_Z

28/02 - SECTIONS DU GUIDAGE EN TRANSLATION



- Section cylindrique
- Section prismatique





28/03 - LIAISON EN ROTATION

- **GUIDAGE A SECTION CYLINDRIQUE**

Les surfaces fonctionnelles du guidage en translation n'assurent pas la liaison en rotation.

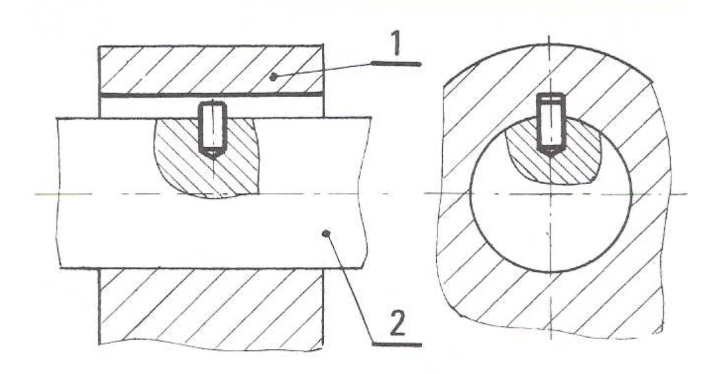
Nécessité d'un obstacle (direct ou indirect).

- **GUIDAGE A SECTION PRISMATIQUE**

Les surfaces fonctionnelles du guidage en translation assurent la liaison en rotation.

GUIDAGE – SECTION CYLINDRIQUE

28/04 - ERGOT ET RAINURE



- Section du guidage en translation ?

☐ ....

- Éléments de la liaison en rotation:

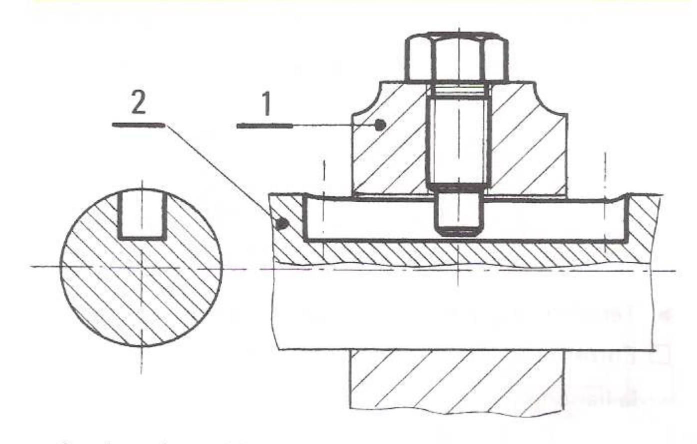
☐ dans l'arbre : ....

☐ dans l'alésage : ....

- Sur la vue gauche, repassez en couleur :

1) les surfaces fonctionnelles du guidage en translation;
2) les surfaces ou lignes qui participent à la liaison en rotation.

28/05 - VIS DE GUIDAGE ET RAINURE



- Section du guidage en translation ?

☐ ....

- Éléments de la liaison en rotation :

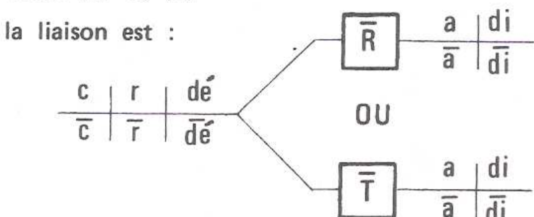
☐ dans l'arbre : ....

☐ dans l'alésage : ....

- Terminez le graphe du caractère de la liaison.

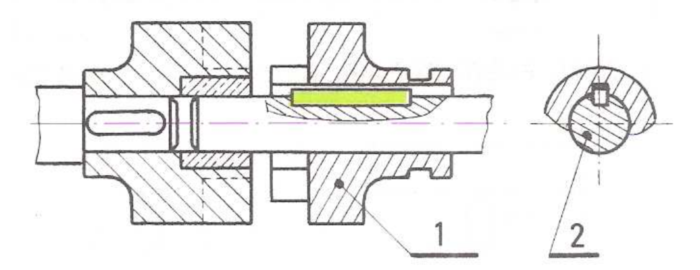
☐ Entre (1) et (2)

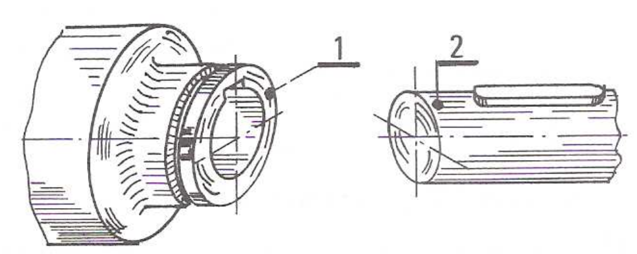
la liaison est :



28/06 - CLAVETAGE LIBRE

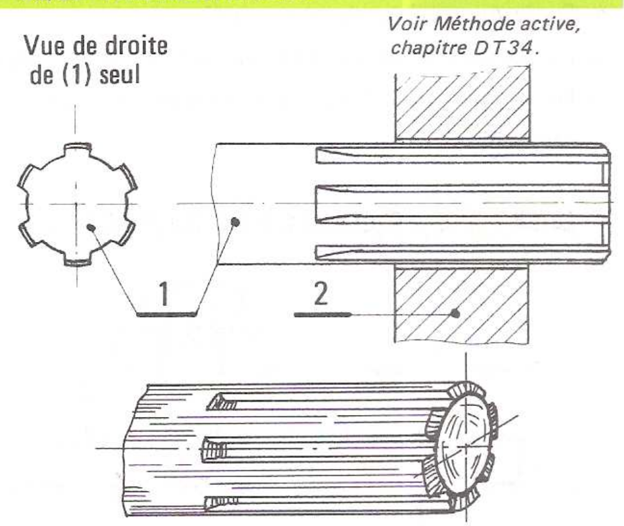
Exemple : voir embrayage à griffes - chapitre 42.





La liaison en rotation par clavette parallèle fait l'objet d'un leçon particulière - voir chapitre 23.

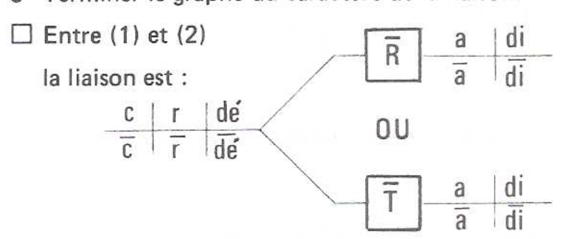
28/07 - ARBRE CANNELÉ



- Terminer le graphe du caractère de la liaison.

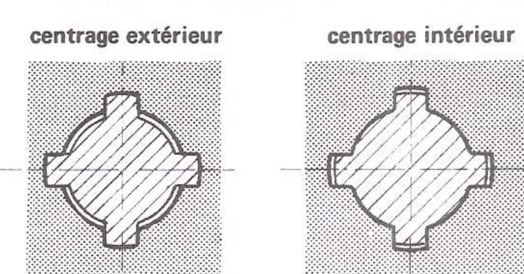
☐ Entre (1) et (2)

la liaison est :



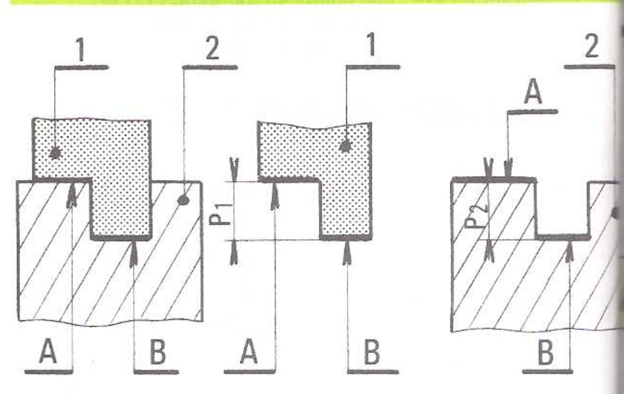
- Sur les sections ci-dessous, repassez en couleur :

1) les surfaces fonctionnelles du guidage en translation;
2) les surfaces qui participent à la liaison en rotation.

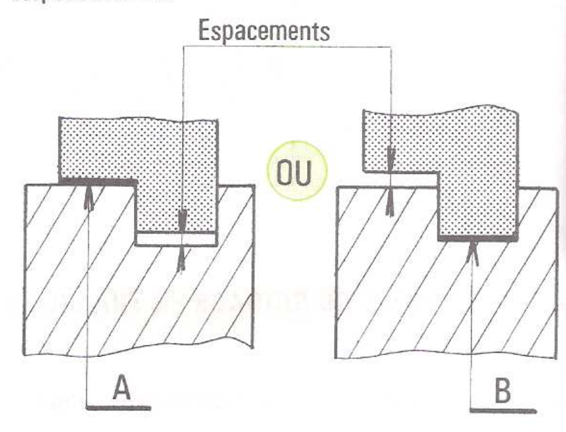


GUIDAGE – SECTION PRISMATIQUE

28/08 - CONTACT SURABONDANT – ESPACEMEN



- Le double contact (A) et (B) n'est possible que si les co de profondeur (P1) et (P2) sont rigoureusement éga ce qui est impossible à réaliser.
- Pour éviter les contacts surabondants, il faut prévoir «espacements».

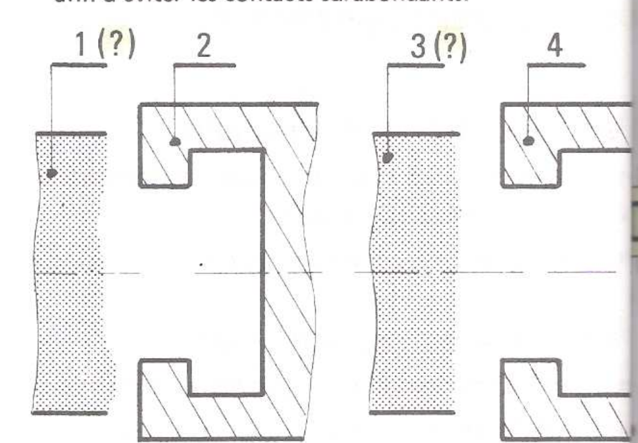


28/09 - EXERCICE - SECTION EN TÉ

Deux exemples parmi l'ensemble des solutions :

Dans chaque exemple, définissez la section de l'élém repéré (?); c'est-à-dire :

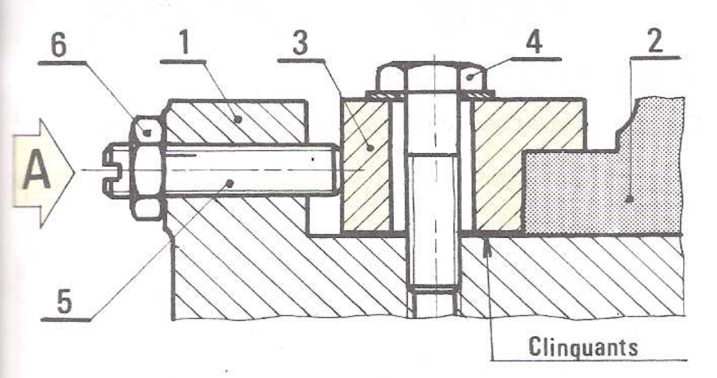
1) Repassez en couleur, les surfaces de contact;
2) définissez, au crayon à papier, les espacements nécessai afin d'éviter les contacts surabondants.

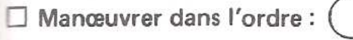


28/10 - RATTRAPAGE DU JEU

Sur chaque exemple :

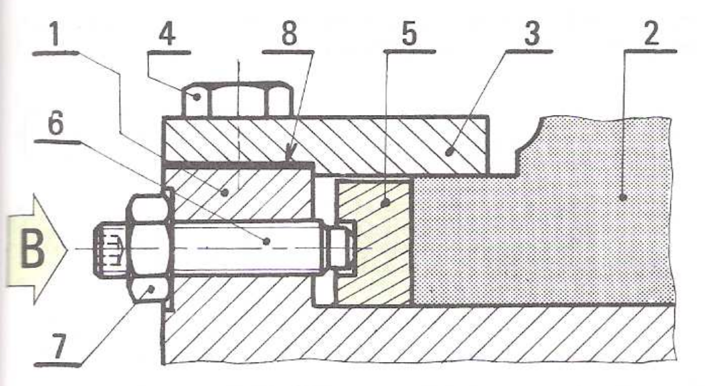
- Repassez en couleur les surfaces fonctionnelles qui participent au guidage en translation de (2) sur (1).
- Dans quel ordre faut-il manœuvrer les éléments pour effectuer le réglage du jeu ?



☐ Manœuvrer dans l'ordre :  

- Quelle est la fonction de l'écrou (6) ?

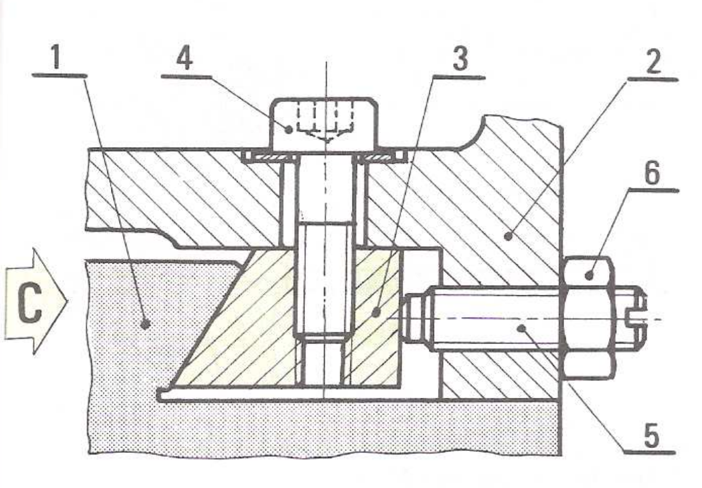
☐ ....



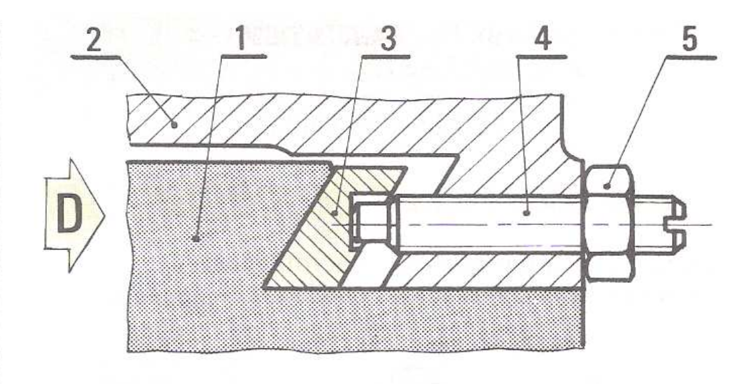
☐ Manœuvrer dans l'ordre : 

- Peut-on régler le jeu supérieur autrement qu'en utilisant les clinquants (8) ?

☐ ....



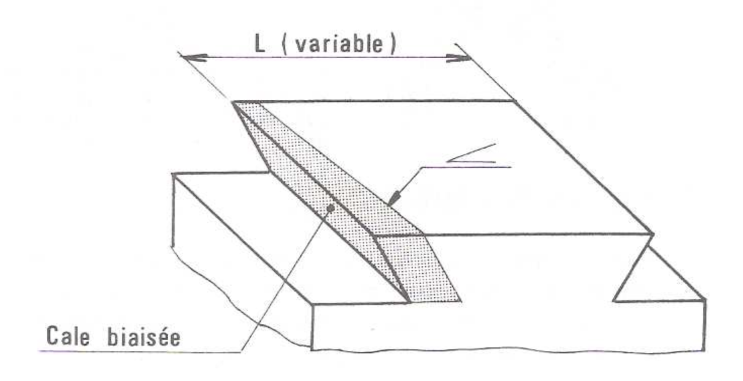
- Manœuvrer dans l'ordre : 



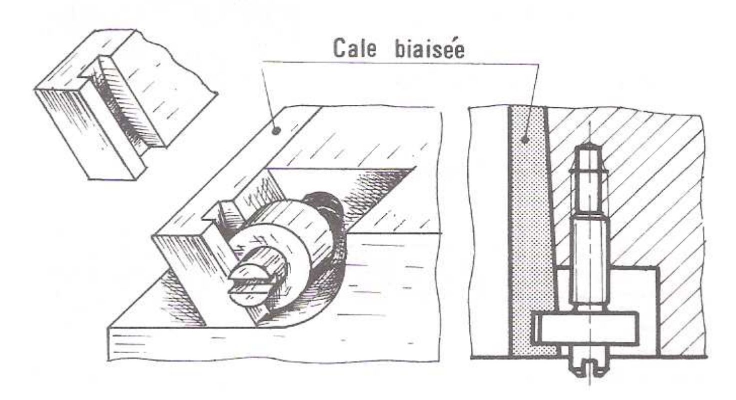
☐ Manœuvrer dans l'ordre : 

RATTRAPAGE DU JEU PAR CALE BIAISÉE

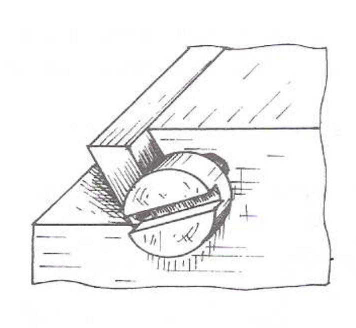
- Principe : La translation de la cale biaisée fait varier la distance (L).

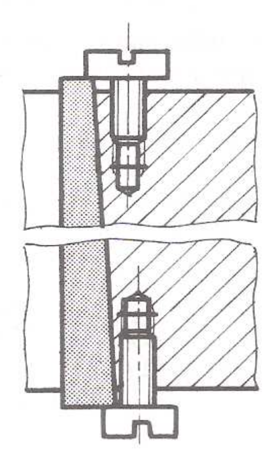


- Différents systèmes utilisés pour effectuer la translation de la cale biaisée :



— Réglage en bout, à une extrémité de la cale.





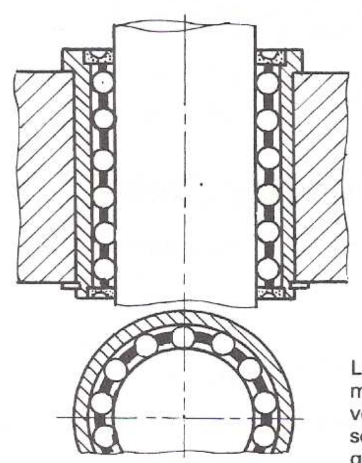
— Réglage en bout, aux deux extrémités de la cale.

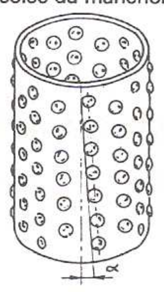
28/11 - GUIDAGE EN TRANSLATION PAR ROULEMENT

SECTION CYLINDRIQUE

1 - COLONNES À BILLES

Conviennent pour translation et rotation.
Elles sont employées sur les outillages de découpe.





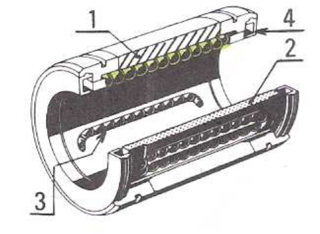
Cage avec les billes, isolée du manchon

Les rangées de billes sont légèrement décalées par rapport à la verticale afin que chaque bille soit en contact avec une seule génératrice de la colonne.

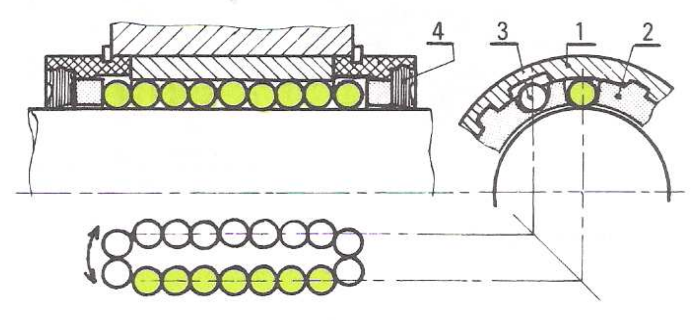
2 - DOUILLES À BILLES

- Ces douilles ne permettent que des mouvements de translation rectilignes alternatifs. Il n'est pas possible d'exécuter des mouvements rotatifs à moins de forcer, ce qui entraînerait alors une usure rapide.

- COMPOSITION :
1. une bague extérieure ;
2. une cage ;
3. selon les dimensions, 4 à 6 séries de billes ;
4. des flasques ou joints d'étanchéité.

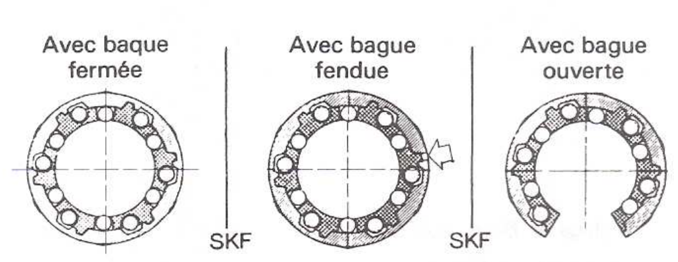


- FONCTIONNEMENT



Les billes sont constamment ramenées dans la zone chargée par l'intermédiaire de canaux de recirculation.

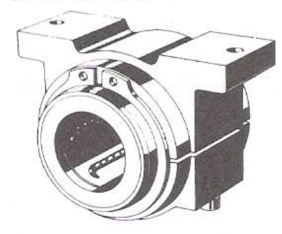
□ DIFFÉRENTS TYPES DE DOUILLES À BILLES



□ PALIERS POUR DOUILLES À BILLES

Douille à bille avec :
- palier réglable (fendu)
- palier non réglable (non fendu)

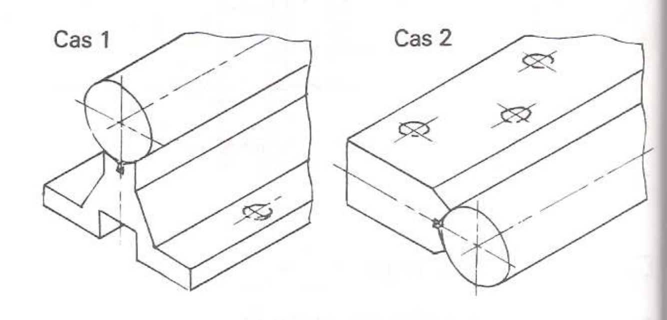
Douille à billes avec :
- palier ouvert.





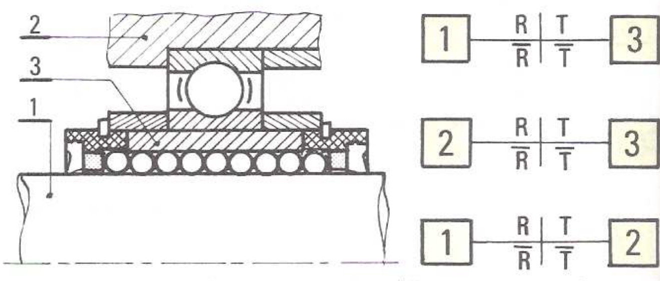
□ SUPPORTS D'ARBRES

Ces arbres sont associés avec des paliers ouverts.



3 - DISPOSITIFS COMBINÉS : exemple DOUILLE À BILLES / ROULEMENT À BILLES

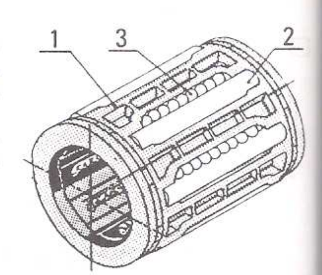
Ils peuvent assurer des mouvements de translation associés à des mouvements de rotation.

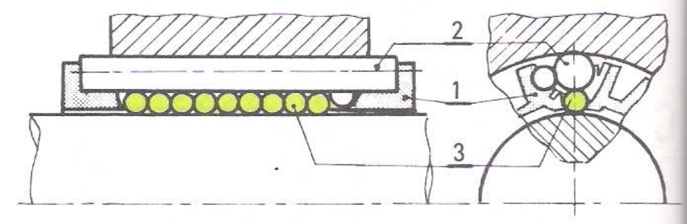


Entourer les conditions assurées (liberté - liaison) entre l'arbre (1), la douille à billes (3) et le noyau (2).

4 - DOUILLES À BILLES ALLÉGÉES F.A.G.-LKA

Ces douilles sont composées d'une cage (1) fermée, alvéolée en polyoximéthylène qui maintient des aiguilles (2), celles-ci assurent le rôle de la bague extérieure. Des séries de billes (3) et des éléments d'étanchéité qui ne sont pas représentés ci-dessous, complètent les douilles.





Avantages des douilles allégées FAG-LKA :
faible masse - coût peu élevé.

28/12 - GUIDAGE EN TRANSLATION PAR ROULEMENT

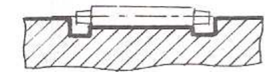
SECTION PRISMATIQUE

1 - GUIDAGE AVEC PATINS À AIGUILLES

- Patin avec aiguilles jointives et cage en acier.

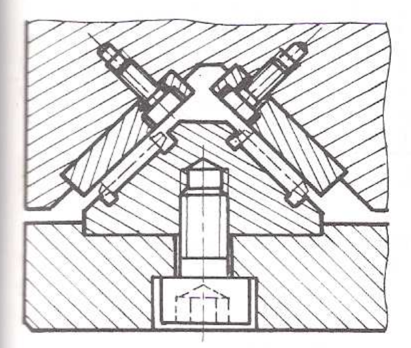


- Rainure de guidage.

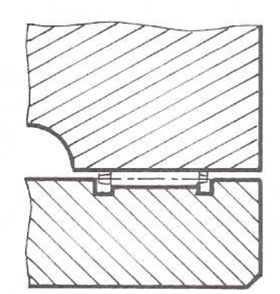


■ EXEMPLES DE MONTAGE

- Montage en V à 90 ° avec plaquettes de roulement.

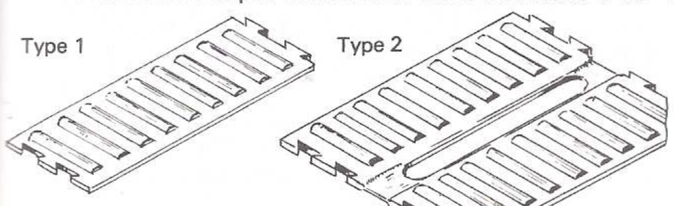


- Montage horizontal sans plaquette de roulement.



2 - GUIDAGE AVEC CAGES À AIGUILLES

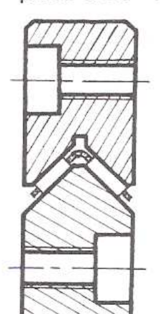
- Ces cages sont associées à deux rails de guidage.
- Les aiguilles sont maintenues écartées dans une cage en matière plastique.
- Les cages peuvent être assemblées bout à bout au moyen des queues d'aronde.
- Les cages doubles (type 2) peuvent être pliées en les ramolissant par immersion dans de l'huile à 80 °.



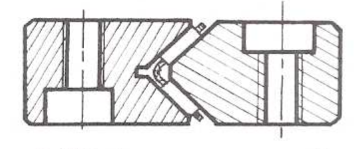
■ RAILS DE GUIDAGE AVEC CAGES À AIGUILLES

Voir ci-contre le réglage du jeu.

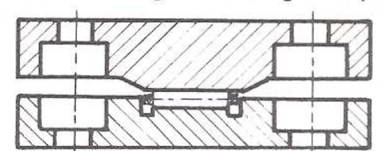
- Montage vertical avec cage double pliée à 90 °.



- Montage horizontal avec cage double pliée à 90 °

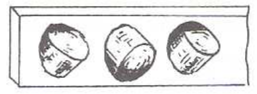


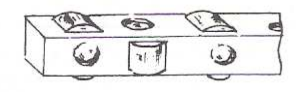
- Montage avec cage simple.



3 - GUIDAGE AVEC CAGES À BILLES OU CAGES À ROULEAUX

- Cages à rouleaux croisés. Dans le premier type, les rouleaux ne sont pas maintenus dans la cage en plastique.

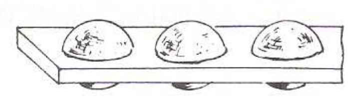




- Cage à rouleaux parallèles



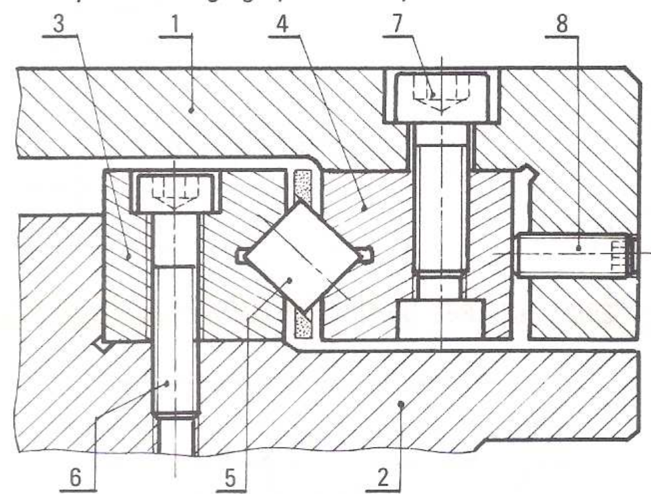
- Cage à billes



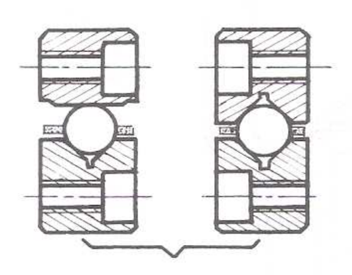
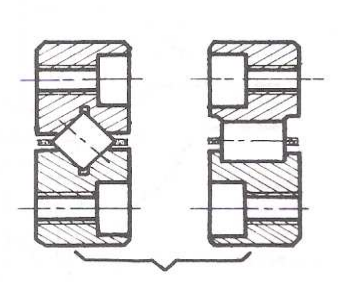
- Ces cages sont associées à deux rails de guidage.
- Deux couples de rails, au minimum sont nécessaires pour assurer le guidage.
- Dans de nombreux cas, un réglage est nécessaire pour assurer un guidage correct - voir exemple ci-dessous.

■ RAILS DE GUIDAGE - EXEMPLE DE MONTAGE

Exemple avec réglage par vis de pression.



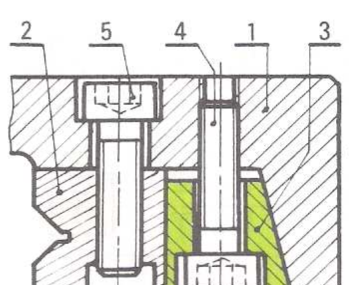
■ AUTRES COUPLES DE RAILS DE GUIDAGE

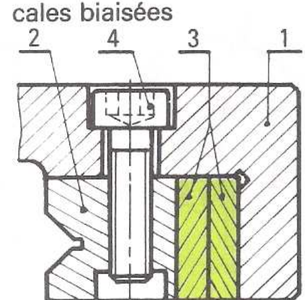
4 - RÉGLAGE DU JEU

Réfléchissez à l'ordre des opérations à effectuer pour procéder au réglage.

- Avec une cale pentée.



- Avec une ou deux cales biaisées



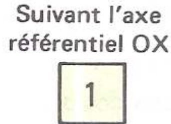
29. LIAISON PIVOT GLISSANT

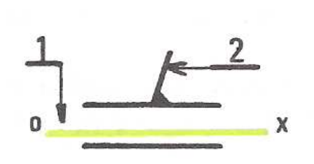
Signification : Entre les deux pièces existent :
— suivant un axe : une liberté en rotation (R) et une liberté en translation (T).

29/01 · SCHÉMA CINÉMATIQUE

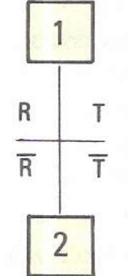
NF EN ISO 3952

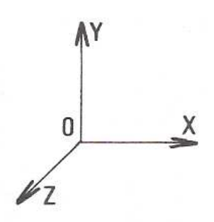
Suivant l'axe référentiel OX





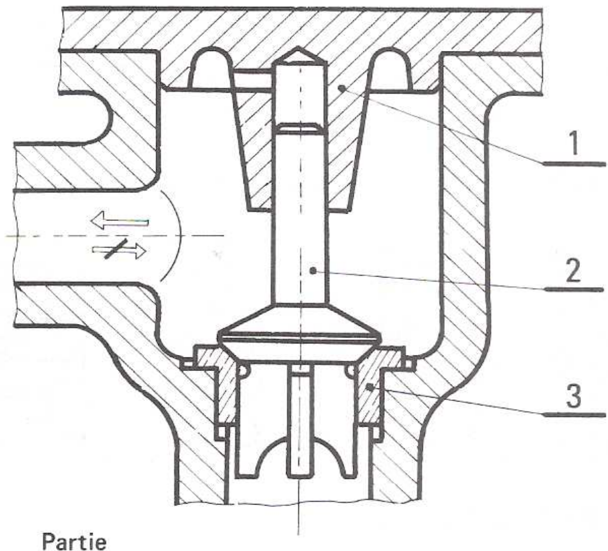




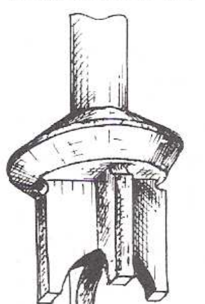


R			T		
Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz

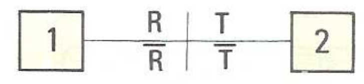
29/02 · CLAPET DE NON-RETOUR

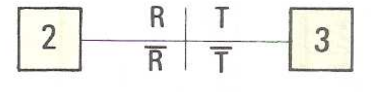


Partie inférieure de (2)



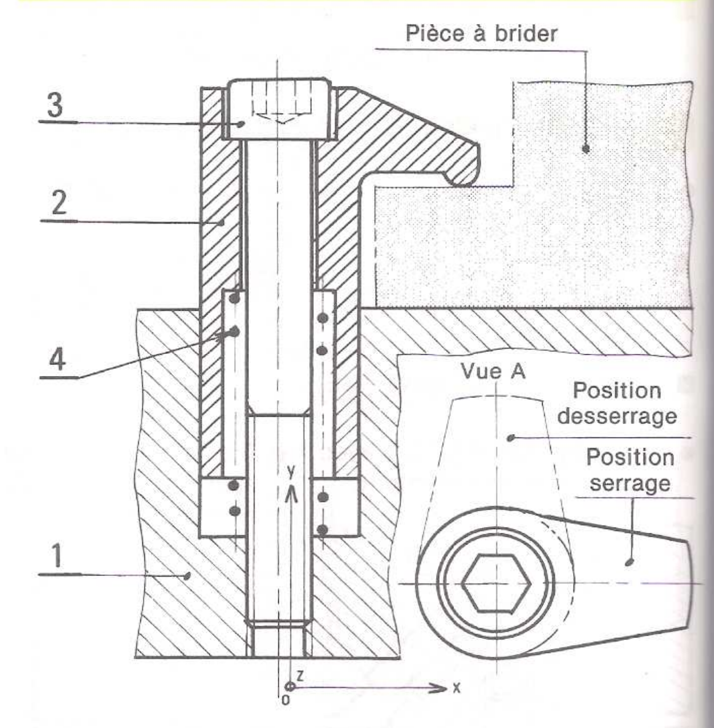
Terminez les éléments de circuit ci-dessous.



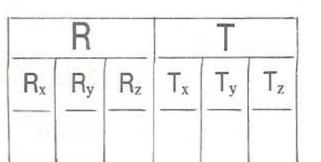


Autre exemple : Tiges et table de baby-foot

29/03 · CROCHET · BRIDE PIVOTANTE



• Avant que la pièce à brider ne soit positionnée sur (1), définissez la liaison entre (1) et (2)

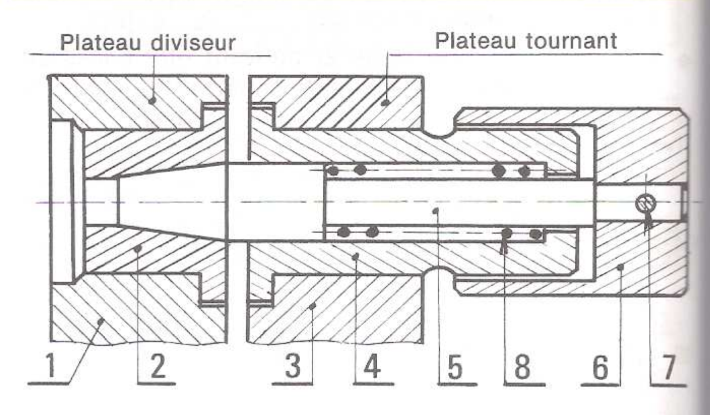


R			T		
R_x	R_y	R_z	T_x	T_y	T_z

suivant l'axe o y



29/04 · INDEXAGE À BROCHE CONIQUE

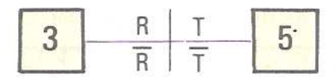


Les liaisons (1 – 2) et (3 – 4) sont obtenues par serrage (emmanchement forcé).

Sous-ensemble	Repère	Sous-ensemble	Repère
3-4	3	5-6-7	5

• Coloriez différemment les sous-ensembles (3) et (5).

• Terminez l'élément de circuit et le tableau ci-dessous.



L (3 – 5)	Liaison ....

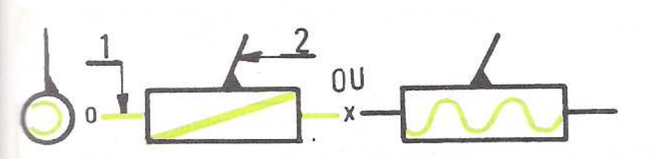
• Donnez les caractéristiques de la liaison (3 – 5)

☐ La liaison (3 – 5) est : c/c̄ | r/r̄

30. LIAISON HÉLICOÏDALE

30/01 - SCHÉMA CINÉMATIQUE

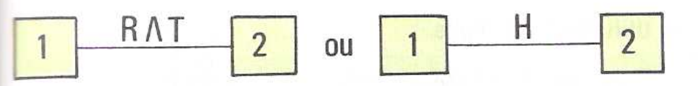
NF EN ISO 3952 (1) Vis - (2) Écrou



La liaison entre deux pièces filetées est appelée : « Liaison hélicoïdale ».

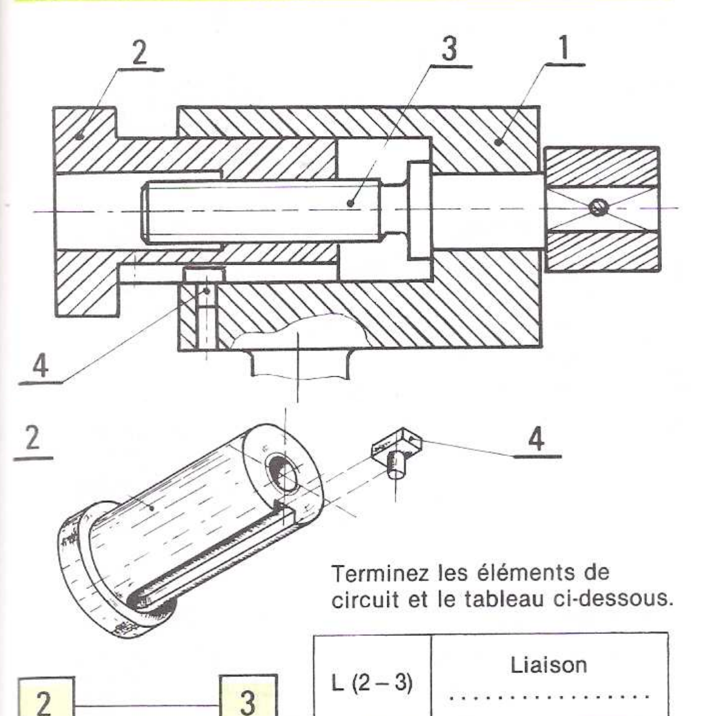
30/02 - ÉLÉMENT DE CIRCUIT

La rotation de l'une ou l'autre des pièces s'effectue simultanément à une translation.



Deux degrés de liberté conjugués.

30/03 - GRIFFE DE TOUR



Terminez les éléments de circuit et le tableau ci-dessous.

2 —— 3

3 —— 1

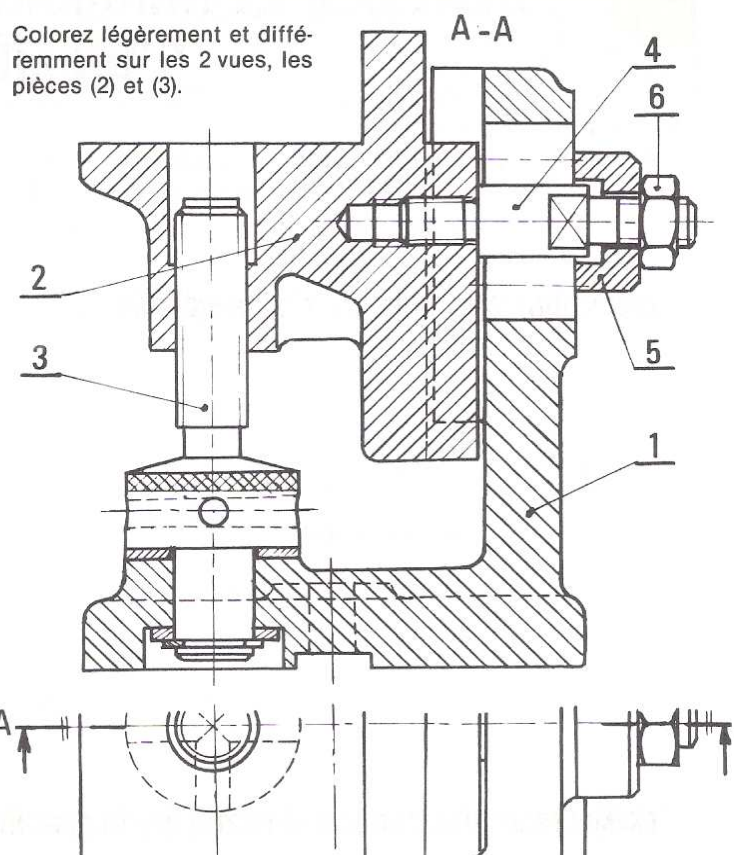
2 —— 1

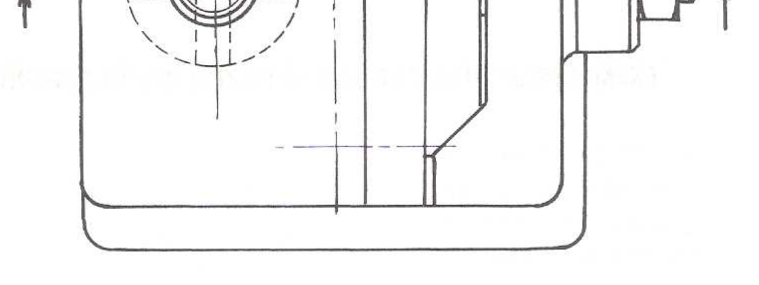
L (2 – 3)	Liaison ....
L (3 – 1)	Liaison ....
L (2 – 1)	Liaison ....



30/04 - SUPPORT RÉGLABLE EN HAUTEUR

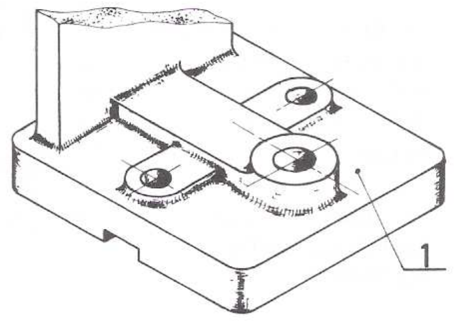
Colorez légèrement et différemment sur les 2 vues, les pièces (2) et (3).





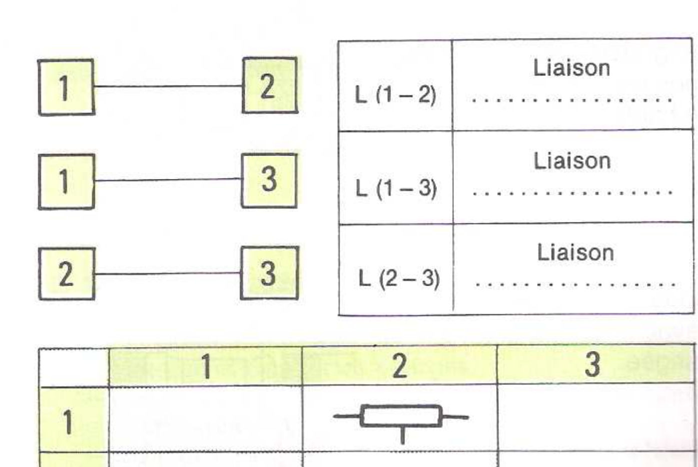
Vue de face et vue de dessus incomplètes

Sous-ensemble	Rep.
2-4-5-6	2



L'écrou (6) étant débloqué, entre les pièces (1), (3) et le sous-ensemble (2), des déplacements sont possibles.

Terminez les éléments de circuit et les tableaux ci-dessous.



1 —— 2

1 —— 3

2 —— 3

L (1 – 2)	Liaison ....
L (1 – 3)	Liaison ....
L (2 – 3)	Liaison ....

	1	2	3
1		(symbole)	
2			

RÉALISER LE GRAISSAGE ET LA LUBRIFICATION D'UN MÉCANISME

PRÉSENTATION DU PROBLÈME

Tout mécanisme, afin qu'il fonctionne correctement et que sa durée d'utilisation dans le temps soit conservée, doit faire l'objet d'un graissage correct.

PRODUITS UTILISÉS

Les produits utilisés à cet effet sont les lubrifiants.
Le lubrication est réalisée à l'aide de la graisse et de l'huile avec plus ou moins d'éléments d'addition.

CONDITIONS DEMANDÉES À LA LUBRIFICATION

Conditions à réaliser

- Faciliter le mouvement et le glissement relatif des surfaces frottantes des liaisons mécaniques
- Réduire les frottements entre les surfaces et les préserver des phénomènes de grippage éventuels.
- Préserver les pièces métalliques de la corrosion.
- Refroidir les surfaces des mécanismes en cas d'échauffements pendant le cycle de fonctionnement

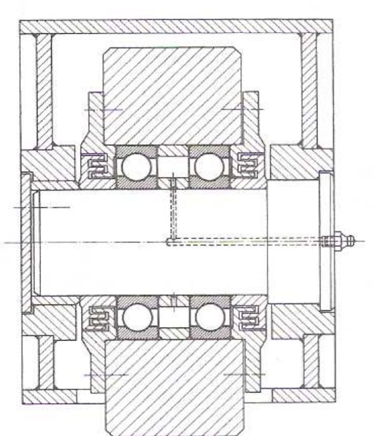
EXEMPLES DE RÉALISATIONS - À PARTIR DES DOCUMENTS FABRICANTS

- **Utilisation de la graisse**

Graissage à la pompe à graisse dans l'axe de l'arbre par un graisseur.

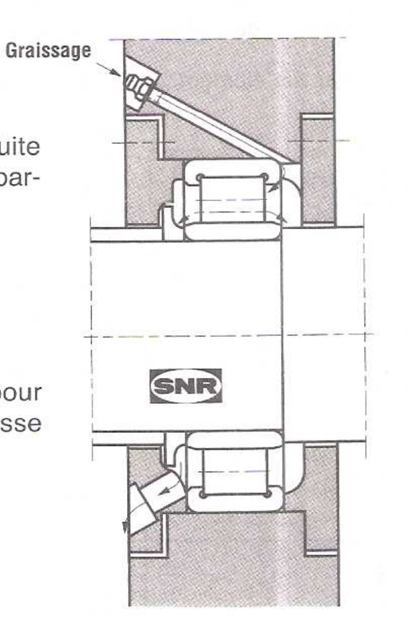
La graisse usagée est évacuée par le passage entre les chicanes sous la pression de la graisse neuve.

Un pré-graissage est réalisé au montage des roulements.



La graisse est introduite sous pression dans la partie haute.

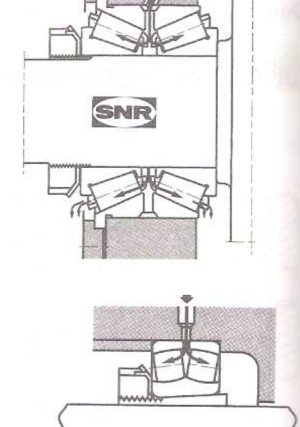
Soupape à graisse pour l'évacuation de la graisse usagée.



- **Utilisation de l'huile**
- Ruissellement et projection

La projection est faite généralement par des engrenages.

Des gouttières de réception dirigent l'huile vers le roulement.

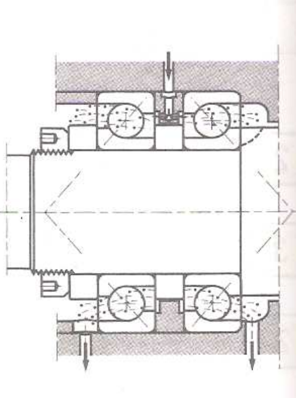


- **Circulation d'huile.**

Une pompe assure un débit constant.
Une réserve assure l'amorçage au démarrage.
L'huile peut être filtrée et refroidie dans un échangeur.

- **Brouillard d'huile**

Le brouillard d'huile sous pression atteint toutes les parties des roulements.
Utilisation de ce procédé pour les grandes vitesses.



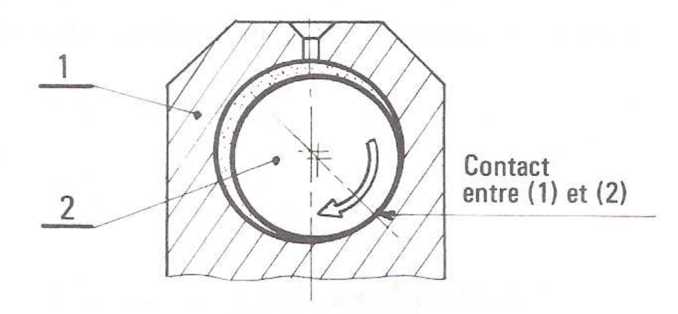
31. GRAISSAGE

31/01 - FONCTION

- Réduire les frottements et par suite l'usure des pièces.
- Évacuer la chaleur produite par le frottement.
- Protéger les pièces contre l'oxydation.

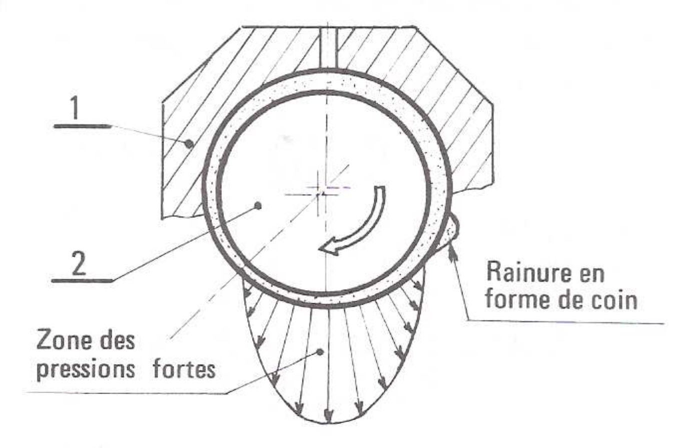
31/02 - LE GRAISSAGE ONCTUEUX

Les pièces sont en contact. Le lubrifiant remplit les sillons d'outil. C'est le graissage le plus courant.



31/03 - LE GRAISSAGE PARFAIT OU HYDRODYNAMIQUE

Pendant le mouvement, les pièces ne sont pas en contact mais sont séparées par un film d'huile.



Conditions pour la formation du film :

- surfaces parfaitement polies.
- vitesse assez grande.
- pression limitée entre les pièces pour éviter la rupture du film d'huile.
- grande viscosité de l'huile.

Remarque :

Le phénomène qui provoque la formation du film d'huile dans le graissage hydrodynamique est comparable au phénomène d'aquaplaning ou aquaplanage connu des automobilistes.

Ce phénomène se produit sur route mouillée. Si la vitesse du véhicule est trop élevée, un coin d'eau se forme devant les roues et les soulève. Les roues perdent alors tout contact avec la chaussée et glissent sur un film d'eau ; c'est l'accident.

Route mouillée ⟹ prudence !

LES LUBRIFIANTS

31/04 - CARACTÈRES DES LUBRIFIANTS

- **Onctuosité :** aptitude à adhérer sur les métaux.
- **Viscosité** : contraire de fluidité, se mesure par la vitesse d'écoulement. La viscosité diminue lorsque la température augmente.
- **Tenue au froid :** point de congélation.
- **Tenue aux hautes températures :**
  — point d'éclair : température de l'huile au moment où les vapeurs émises s'enflamment au contact d'une flamme ;
  — point de combustion ou de feu : température de l'huile au moment où le liquide prend feu au contact d'une flamme.
- **Résistance à l'oxydation.**
- **Pouvoir détergent** pour les huiles utilisées dans les moteurs thermiques (automobiles, etc.).
- **Résistance aux fortes pressions.**

31/05 - LES HUILES

- **Huiles végétables :** obtenues par pression (colza - ricin - olive ...).
- **Huiles animales :** obtenues par fusion (suif), elles sont onctueuses mais acides.
- **Huiles minérales :** (les plus courantes) obtenues par distillation du pétrole brut ou de la houille. Afin d'améliorer leurs caractéristiques propres et de leur donner des qualités particulières, on ajoute à ces huiles des produits chimiques désignés sous le nom de « dopes ».
- **Huiles composées** ou huiles compound : mélange d'huiles minérales et d'huiles animales ou végétales.
- **Huiles synthétiques** - multigrades : obtenues à partir d'esters ou de polyglycols et de dopes. L'indice de viscosité de ces huiles peut être élevé ; il varie avec la température.

31/06 - LES GRAISSES

Les graisses sont obtenues en effectuant un mélange d'huile minérale et de savon (chaux ou soude). Pour améliorer leurs caractéristiques, on ajoute aux graisses des produits tels que : graphite, soufre, talc, mica, calcium, plomb.

- **Caractéristiques d'une graisse :** sa consistance - son point de fusion ou point de goutte - son point de solidification.

31/07 - LES LUBRIFIANTS SOLIDES

Graphite - soufre - talc - mica finement broyé. Ils sont surtout utilisés comme additifs aux graisses.

31/08 - CHOIX DU LUBRIFIANT

□ CHOIX DES GRAISSES :
- Graissage des roulements.
- Graissage des mécanismes fonctionnant à faible vitesse et très fortes charges.
- Lorsque le mécanisme est inaccessible (difficulté d'amener de l'huile).
- Lorsque le lubrifiant doit assurer l'étanchéité. *Exemples : chicanes - voir chapitre 24.*

□ CHOIX DES HUILES : tous les autres cas.

DISPOSITIFS DE GRAISSAGE

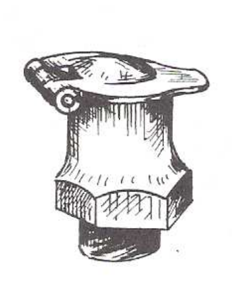
31/09 - GRAISSAGE DISCONTINU

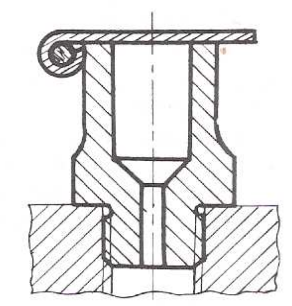
Le graissage n'est effectué que périodiquement.

• LES BOUCHONS GRAISSEURS

Graisseurs à couvercle

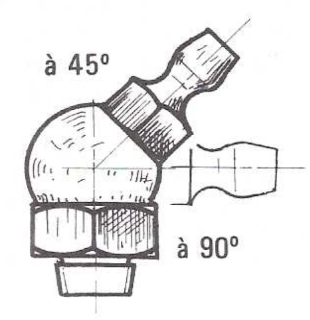
pour graissage à la burette.

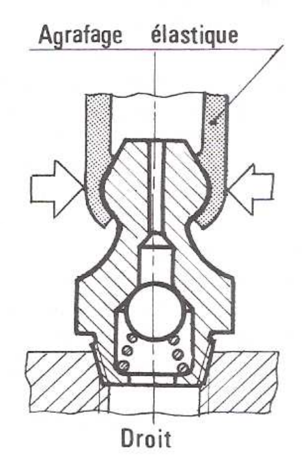




Graisseurs hydraulic

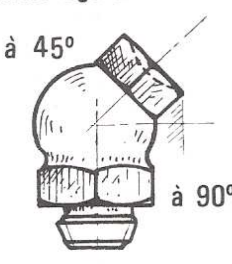
Pour graissage haute pression - à la graisse

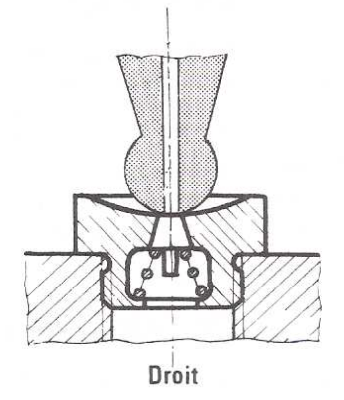




Graisseurs Lub

Pour graissage basse pression à l'huile ou graisse légère.

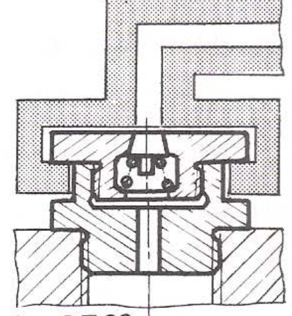




Graisseurs six-pans

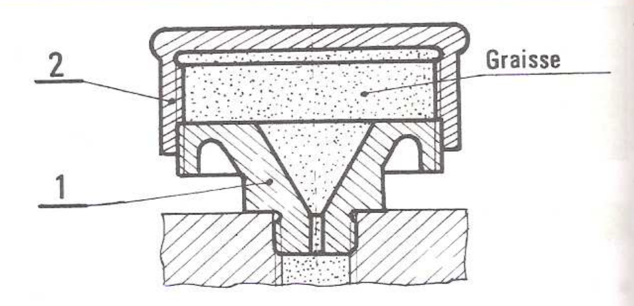
Pour graissage moyenne pression - à la graisse.





Voir Méthode Active - chapitre DT 38.

• GRAISSEURS STAUFFER

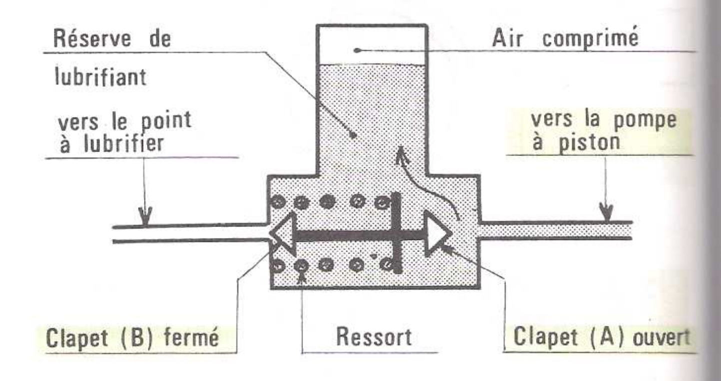


Le vissage du couvercle (2) comprime la graisse qui est poussée vers les points à lubrifier.

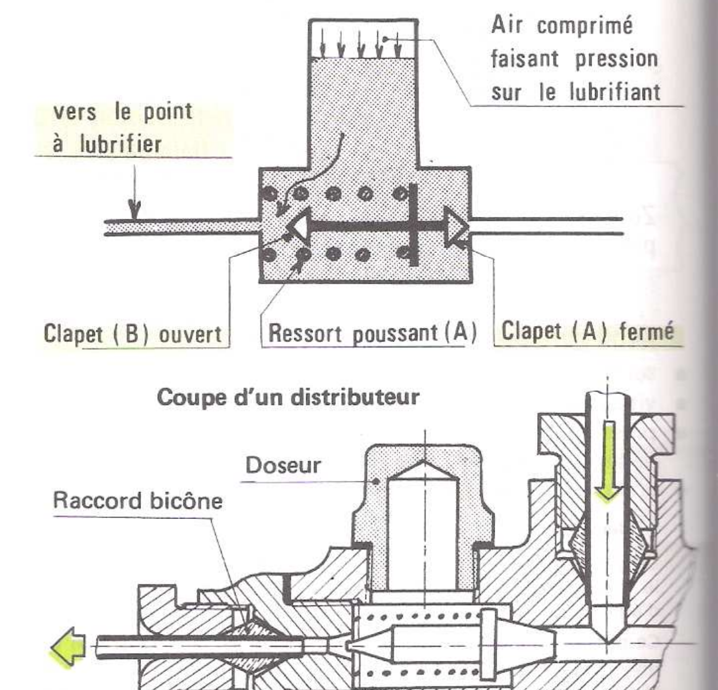
• GRAISSAGE CENTRALISÉ «MONOCOUP»

Une pompe à piston manuelle alimente des distributeurs.

En poussant d'un coup sec le piston de la pompe, on envoie du lubrifiant dans une réserve. *L'air enfermé dans cette réserve se trouve comprimé.* (voir schéma ci-dessous).



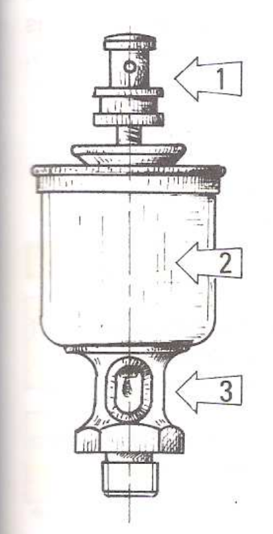
Après l'action de la pompe, le ressort ferme le clapet (A) et *l'air comprimé pousse le lubrifiant vers le point à graisser.* (voir schéma ci-dessous).



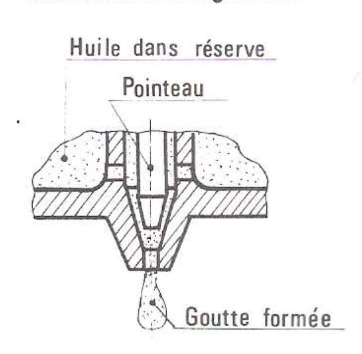
31/10 - GRAISSAGE CONTINU

Le lubrifiant est renouvelé continuellement.

- **Graisseurs compte-gouttes**

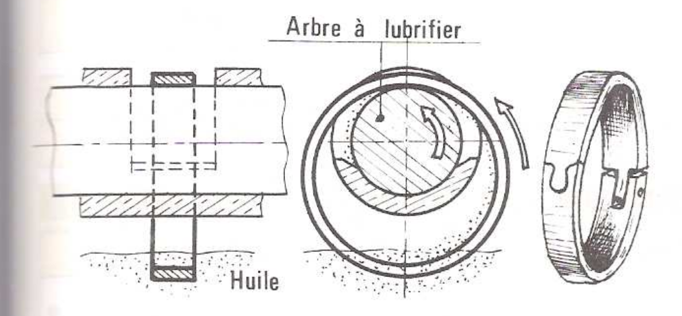


1. Système de réglage du pointeau
2. Réserve
3. Lumière pour contrôler le fonctionnemment du graisseur



Le débit des gouttes d'huile est fonction du réglage du pointeau.

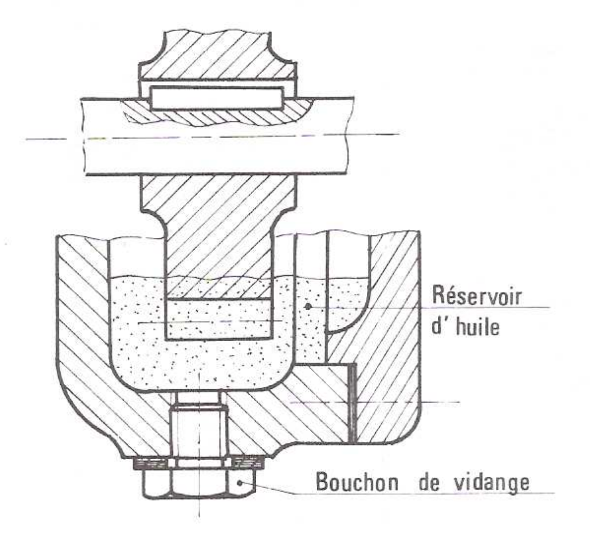
- **Graissage par bague**



La partie inférieure de la bague baigne dans l'huile. L'arbre, en tournant entraîne la bague.

- **Graissage par barbotage**

L'élément à graisser baigne dans une réserve d'huile.

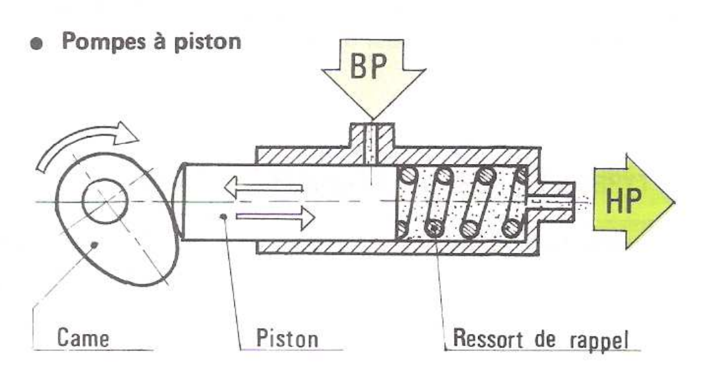


31/11 - LES POMPES

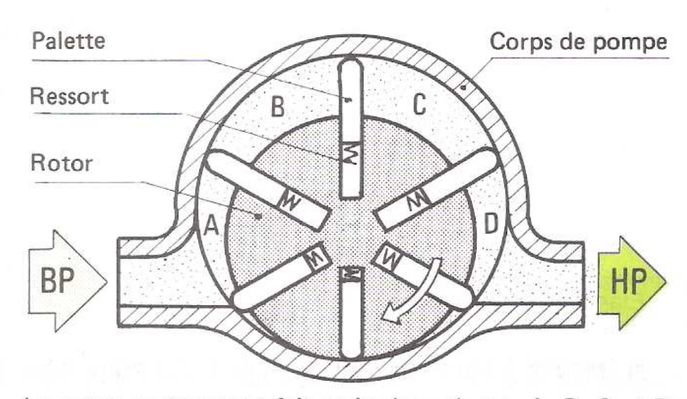
Légende : **BP** (basse pression), **HP** (haute pression).

L'huile puisée dans un réservoir (BP) est envoyée sous pression (HP) vers des distributeurs qui canalisent cette huile vers les différents points à lubrifier. L'huile retourne ensuite dans le réservoir.

- **Pompes à piston**

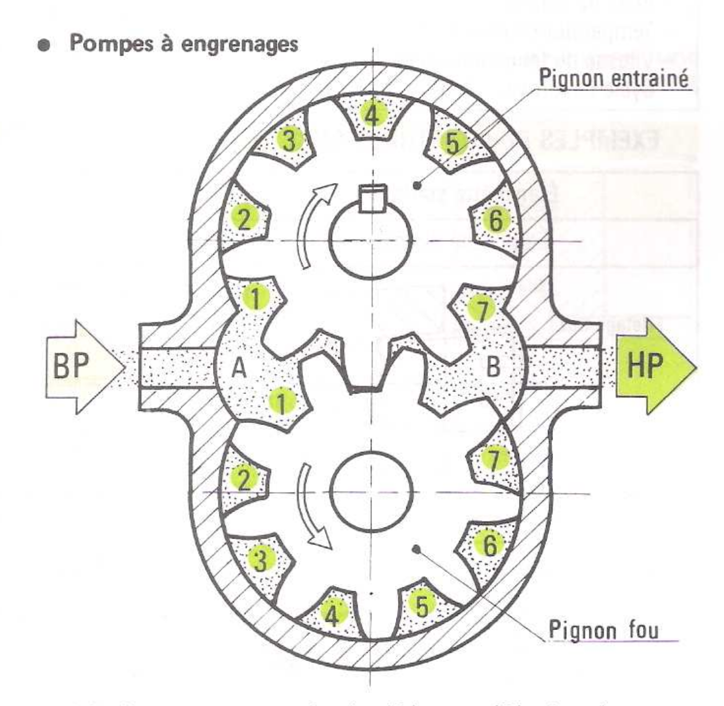


- **Pompes à palettes**



Le rotor en tournant fait varier les volumes A, B, C et D. Lorsque le volume augmente, il y a aspiration (en A). Lorsque le volume diminue, il y a refoulement (en D).

- **Pompes à engrenages**



L'huile est transportée de (A) vers (B) *dans le creux entre les dents des pignons.* Suivre les parcourts (1 - 2 - 3...).

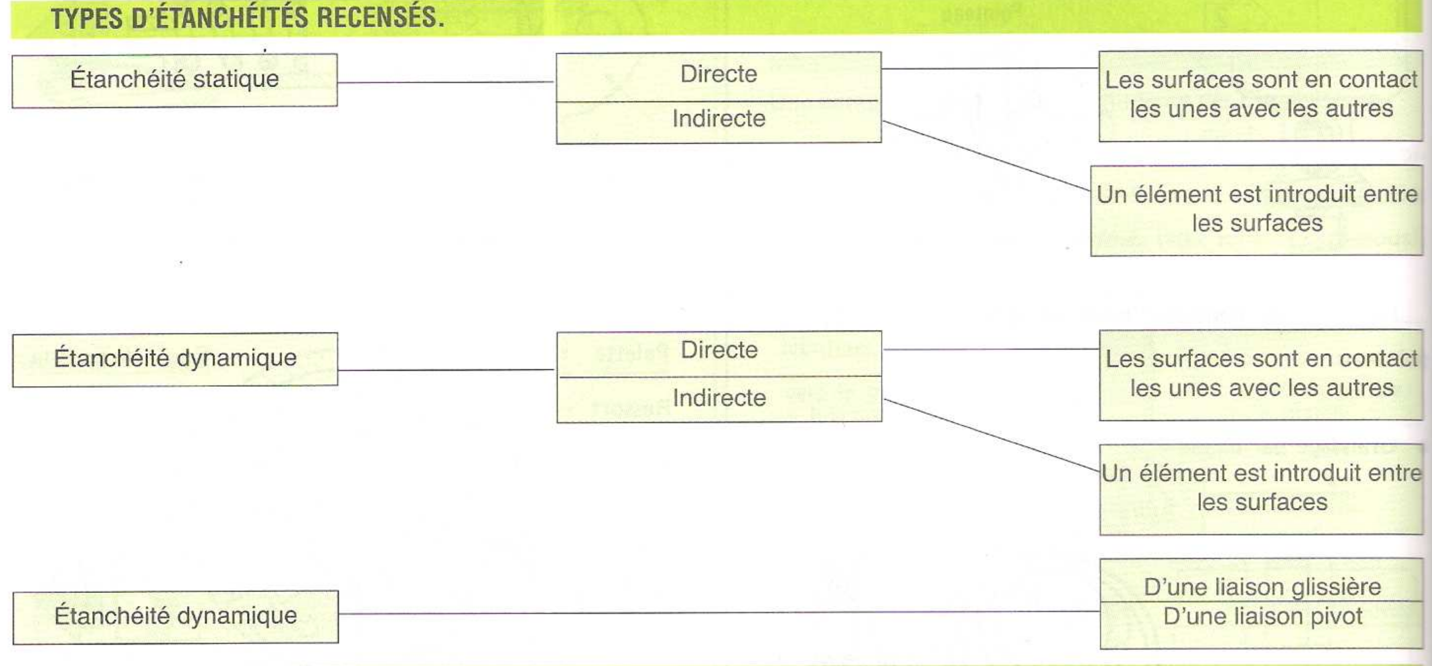
RÉALISER LA PROTECTION DES LIAISONS ET L'ÉTANCHÉITÉ DES MÉCANISMES

PRÉSENTATION DU PROBLÈME

Après avoir prévu la lubrification d'un mécanisme à l'huile ou à la graisse, il faut supprimer ou limiter l'écoulement des lubrifiants vers l'extérieur ou vers un autre mécanisme.

La fonction étanchéité en plus de réduire ou supprimer les fuites de lubrifiant, inclut la protection des mécanismes contre toute introduction de corps étrangers – fluides, poussières – à l'intérieur de ceux-ci.

TYPES D'ÉTANCHÉITÉS RECENSÉS.



ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION POUR RÉALISER L'ÉTANCHÉITÉ

Mécanisme concerné	Nature du lubrifiant	Opérations techniques
– Dimensions – Qualité de l'usinage – États de suface – Température d'utilisation – Vitesse de fonctionnement – Cycle d'entretien	– Nature de fluide – Viscosité – Résistance à la température – Compatibilité entre le fluide et la matière des joints	– Facilité du contrôle de l'étanchéité – Changement périodique du lubrifiant – Changement périodique des joints – Mise à niveau du lubrifiant

EXEMPLES DE CONSTRUCTIONS

Étanchéité statique	Étanchéité dynamique	
Étanchéité directe	Étanchéité directe	Étanchéité directe
Filetage Gaz	Mouvement de translation seringue médicale	Mouvement de rotation passage étroit
Étanchéité indirecte	Étanchéité indirecte	Étanchéité indirecte
Joint Métallo-plastique	Mouvement de translation Joint	Mouvement de rotation joint

32. ÉTANCHÉITÉ

32/01 - FONCTION

Empêcher la communication entre deux milieux différents (Pressions ou natures).

32/02 - TYPES D'ÉTANCHÉITÉ

- ÉTANCHÉITÉ STATIQUE

  L'étanchéité est statique lorsqu'il n'y a pas déplacement relatif entre les pièces.

  Dans la spécification de l'état de surface, le symbole de la fonction « ÉTANCHÉITÉ STATIQUE » est : ES.
  Voir Méthode Active - chapitre S6.

- ÉTANCHÉITÉ DYNAMIQUE

  L'étanchéité est dynamique lorsqu'il y a déplacement relatif entre les pièces.

  Dans la spécification de l'état de surface ; le symbole de la fonction « ÉTANCHÉITÉ DYNAMIQUE » est : ED.
  Voir Méthode Active - chapitre S6.

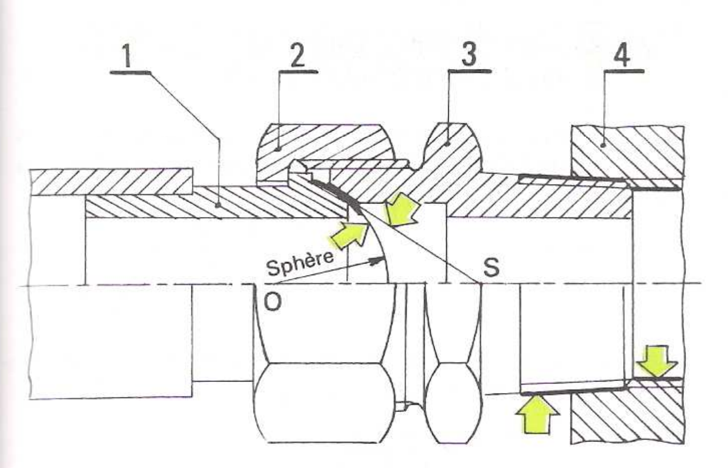
ÉTANCHÉITÉ STATIQUE

32/03 - PAR CONTACT DIRECT

Les surfaces de contact peuvent être :

- surface plane sur une surface plane ;
- surface cônique sur une surface cônique ;
- surface sphérique sur une surface cônique ;
- filetage cônique dans taraudage cylindrique.

Exemple : Raccord à joint cônique.



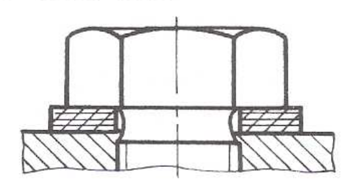
L'étanchéité est difficile à réaliser sans conditions particulières :

- très bon état des surfaces en contact ;
- surfaces de contact réduites.

32/04 - PAR JOINTS

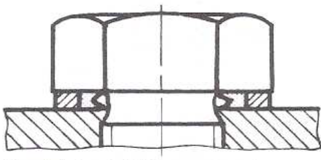
- Joints plats

Ils sont obtenus en toutes matières (cuirs, élastomères, etc.).

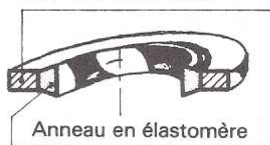




- Joints B.S.



Ils résistent à l'écrasement.



- Joints toriques et joints quatre lobes

Ils sont obtenus par moulage en élastomère (caoutchouc naturel et synthétique).
Voir Méthode Active - chapitres DT 36 et DT 37.

Joint torique

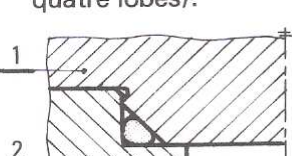


Joint quatre lobes

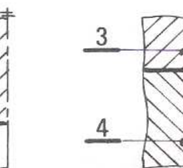


Les joints toriques sont généralement utilisés pour une étanchéité statique.

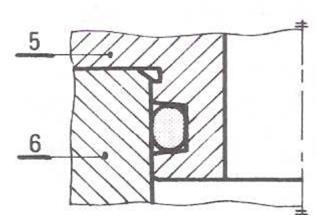
— Montage dans un angle (sauf joint quatre lobes).



— Montage sur une bride à emboîtement



— Montage dans une gorge ouverte à l'extérieur.

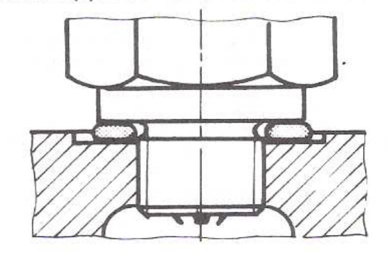


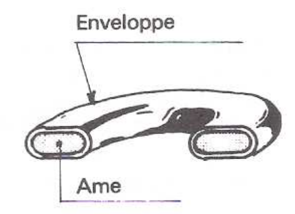
— Montage dans une gorge ouverte à l'intérieur.

7
8

- Joint métalloplastiques

Ces joints résistent aux hautes températures. Ils sont composés d'une âme en amiante et élastomère et d'une enveloppe en X6 Cr Ni Mo 17-11

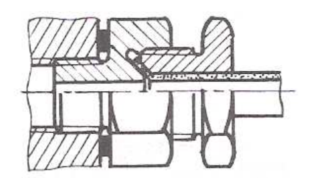




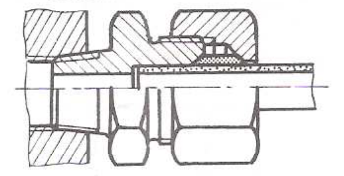
32/05 - RACCORDS - CIRCUITS HYDRAULIQUES

□ RIGIDES (tube cuivre - acier - alliage d'alumi.).

- **Raccord à portée conique** - mamelon cylindrique. L'étanchéité est assurée par un joint.

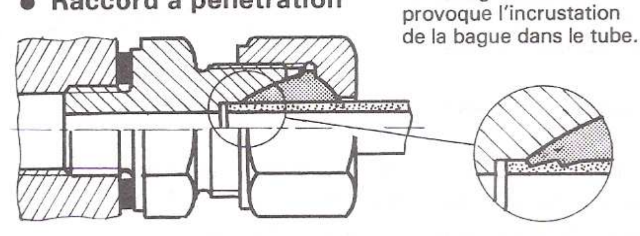


- **Raccord à bague biconique** - mamelon cônique. L'étanchéité est assurée par un ruban Téflon.



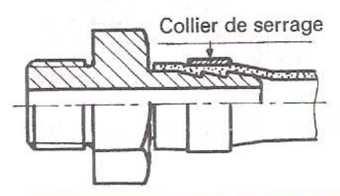
- **Raccord à pénétration**

Le serrage de l'écrou provoque l'incrustation de la bague dans le tube.

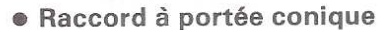


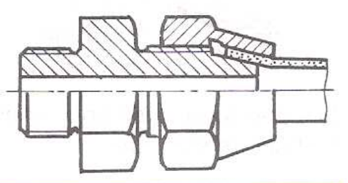
□ SOUPLES (tube caoutchouc armé)

- **Raccord à canule**



- **Raccord à portée conique**



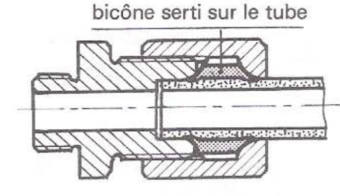


32/06 - RACCORDS - CIRCUITS PNEUMATIQUES

□ SOUPLES (tube rilsan)

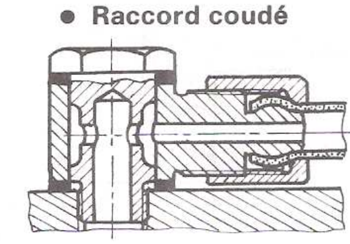
- **Raccord à emmancher - visser.**

- **Raccord à visser à bicône**



- **Raccord à canule**

- **Raccord coudé**



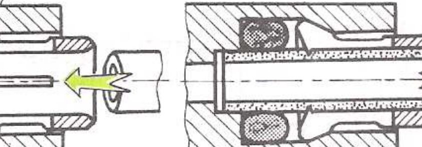
- **Raccord instantané**

Les raccords à connexion instantanée se généralisent en automatisation pneumatique - manipulation plus facile.

— Connexion du tube : enfoncer le tube dans le raccord.

— Déconnexion du tube : pousser sur la pince.

Le tube est verrouillé par le crampon de la pince fendue.

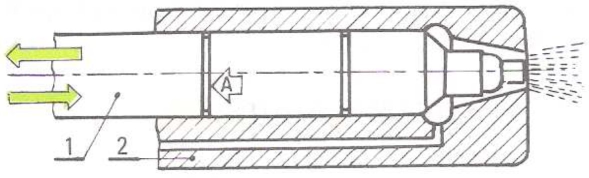


ÉTANCHÉITÉ DYNAMIQUE

32/07 - PAR CONTACT DIRECT

Rotation et translation.

Exemple : aiguille de l'injecteur d'un moteur diésel.



A : gorges de détente

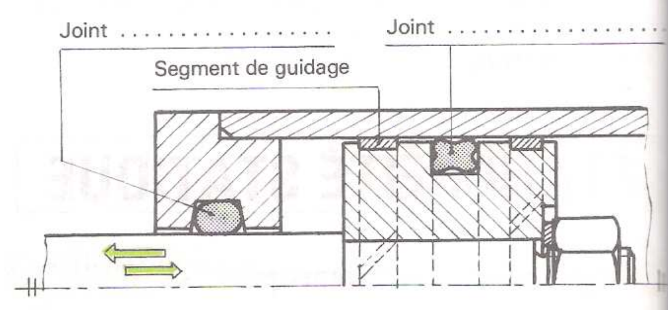
Entre (1) et (2) : jeu de 1 à 2 microns.
Rugosités des surfaces des pièces (1) et (2) : très faibles.
Inconvénient : réalisation très délicate et onéreuse.

32/08 - PAR JOINTS TORIQUES ET JOINTS QUATRE LOBES

Voir Méthode Active - chapitres DT 36 et DT 37

Joint torique : translation et rotation lentes.

Joint quatre lobes : translation et rotation moyennes.

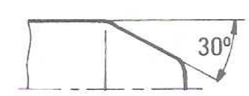


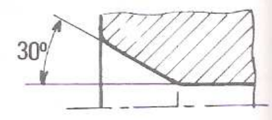
Le joint torique est généralement suffisant pour une étanchéité statique.

Le joint quatre lobes assure l'étanchéité même lorsque la compression du joint est réduite. Les frottements sont alors faibles.
Les joints quatre lobes éliminent les possibilités de vrillage au montage et en service.

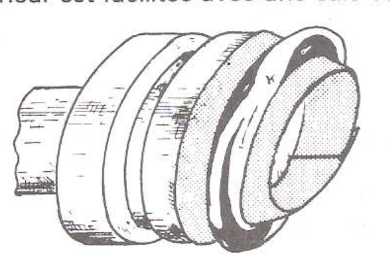
32/09 - MISE EN PLACE D'UN JOINT TORIQUE OU QUATRE LOBES

- Les bords aigus, les trous, avec lesquels les joints peuvent entrer en contact doivent être chanfreinés ou arrondis.





- La mise en place dans une gorge ouverte à l'extérieur est facilitée avec une cale conique.



Le joint doit être légèrement huilé avant montage pour faciliter son glissement sur la cale cônique et éviter ainsi son vrillage.

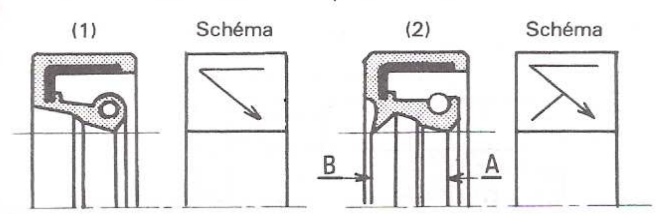
32/10 - ÉTANCHÉITÉ RADIALE PAR JOINTS À LÈVRES

Ils sont utilisés uniquement en rotation.

- Ils existent à une ou deux lèvres avec ressort à spires jointives noyé ou démontable.
- Ils sont moulés en élastomère renforcé d'une armature métallique.
- Le joint doit être monté, la lèvre du côté du fluide à étancher (du côté de la forte pression).

◻ DIFFÉRENTS TYPES - TOLÉRANCES DE MONTAGE

Voir Méthode Active - chapitre DT 38



Dans le cas du joint à 2 lèvres (2), la lèvre (A) empêche la sortie du lubrifiant, la lèvre (B) empêche l'entrée des poussières. Au montage, l'espace entre les lèvres est rempli de graisse.

◻ AVANTAGES DES JOINTS À LÈVRES

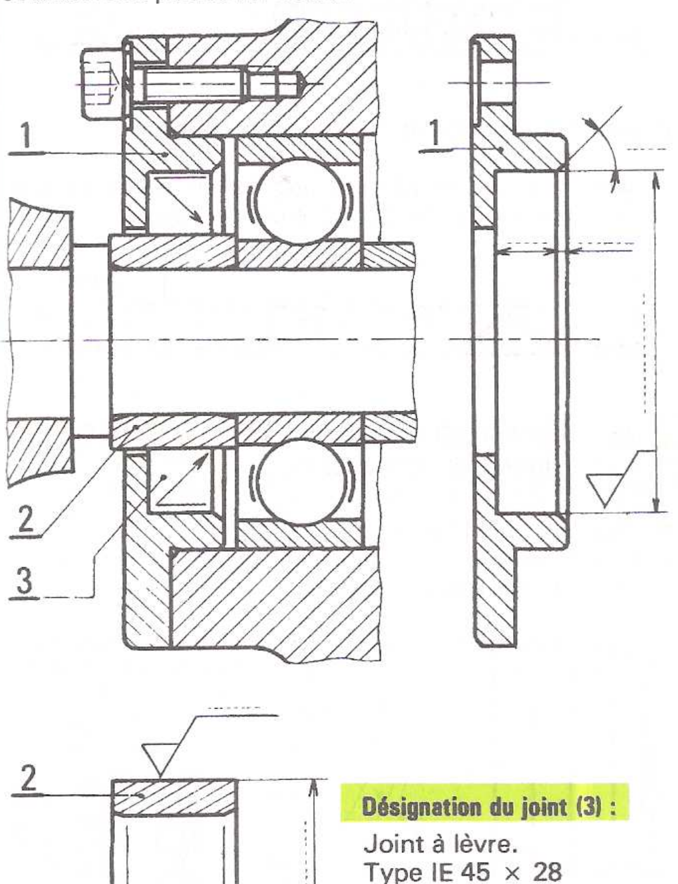
- Frottement très faible.
- Usinage du logement peu onéreux.

◻ INCONVÉNIENTS DES JOINTS À LÈVRES

- Ces joints nécessitent beaucoup de précautions au montage afin de ne pas détériorer les lèvres.
- La surface de l'arbre doit être polie.

32/11 - EXERCICE

En utilisant les renseignements donnés par la désignation du joint (3) et les tolérances de montage définies au chapitre DT 38/5 de la Méthode Active, terminer la cotation des pièces (1) et (2).



Désignation du joint (3) :

Joint à lèvre.
Type IE 45 × 28

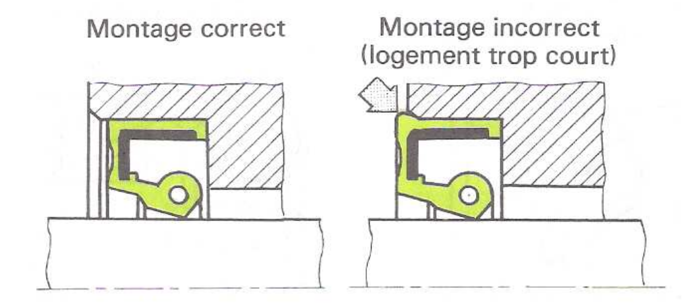
32/12 - MONTAGE DES JOINTS À LÈVRES

◻ PRESCRIPTIONS AVANT MONTAGE

Avant montage, examiner attentivement le joint et enlever toute trace de souillure. La lèvre du joint est à enduire d'huile ou de graisse pour éviter le travail à sec au démarrage.

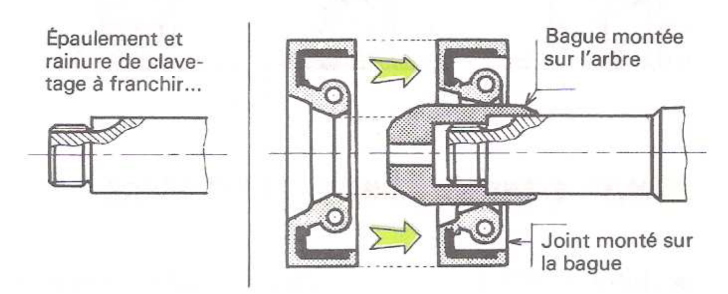
◻ PRÉCAUTIONS AU MONTAGE

Au cours du montage, éviter toute pliure, coupure ou déchirure du joint. Le montage s'effectue avec un outillage spécial (voir ci-dessous).

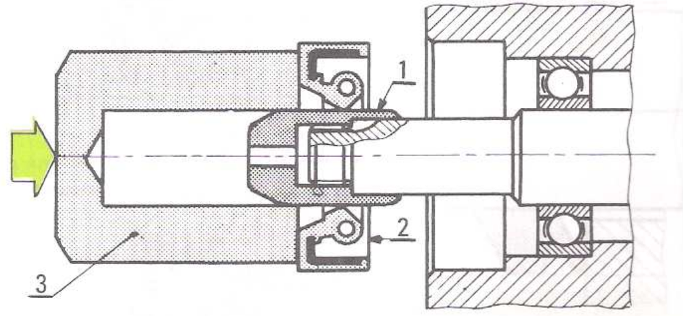


◻ MISE EN PLACE D'UN JOINT À LÈVRES

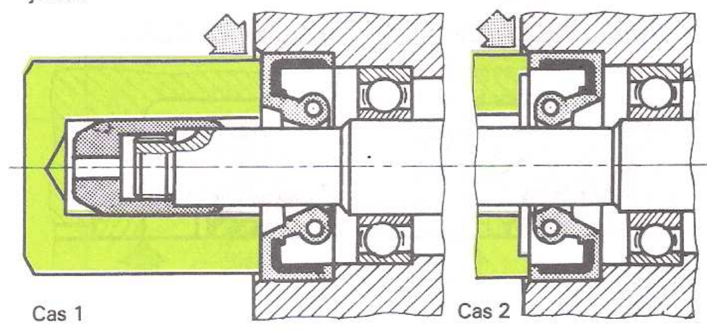
Il est impératif de ne pas blesser (déchirer) la ou les lèvres du joint. L'utilisation d'une bague chanfreinée permet le franchissement d'un angle vif (épaulement) ou d'une rainure de clavetage - *voir exemple ci-dessous.*



La bague (1), le joint (2) et le mandrin tubulaire (3) montés avant la mise en place du joint dans son logement.

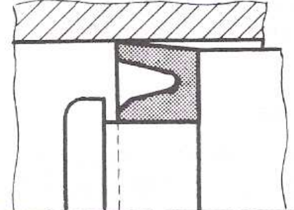


Dans le cas du montage inversé (cas 2), l'appui du mandrin de poussée doit s'appliquer sur la tranche du joint.

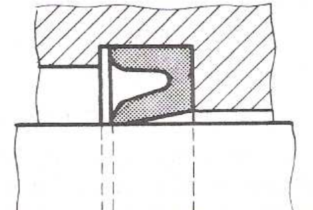


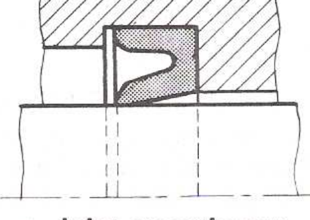
32/13 - ÉTANCHÉITÉ RADIALE - JOINTS DIVERS

- **Joint en U**
  monté sur l'arbre

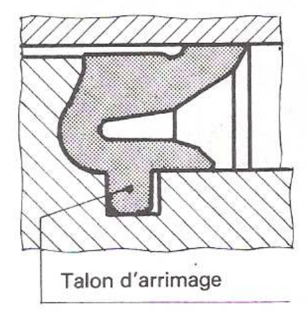


- **Joint en U**
  monté dans l'alésage

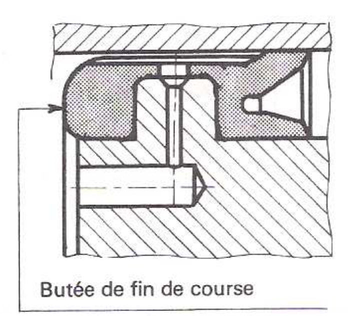




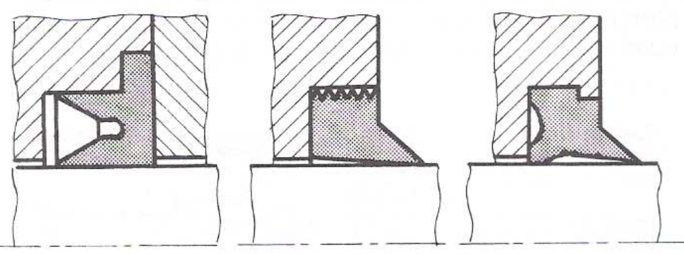
- **Joint avec talon d'arrimage**



- **Joint amortisseur**

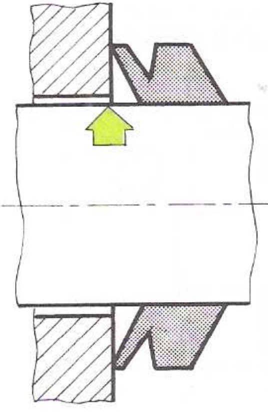


- **Joint de presse-étoupe**
- **Joints racleurs**



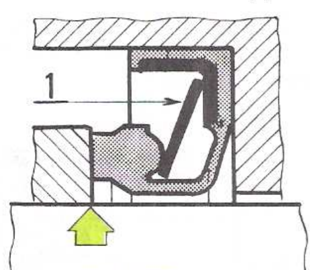
32/14 - ÉTANCHÉITÉ AXIALE - JOINTS DIVERS

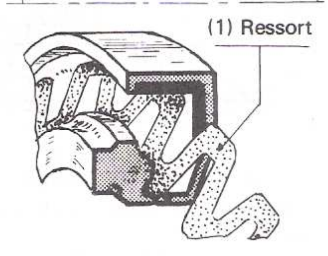
- **Joint V. RING**



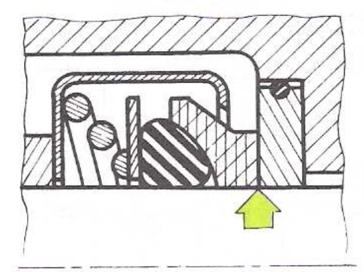
Il admet un léger défaut angulaire

- **Joint BUSAK - Type VI**

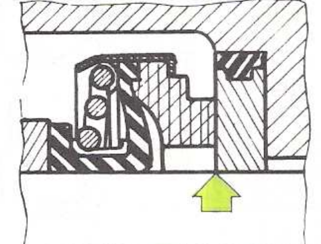




- **Joint GULLIVER**



- **Joint CYCLAM**



32/15 - ÉTANCHÉITÉ PAR PRESSE-GARNITURE

Translation et rotation lentes.

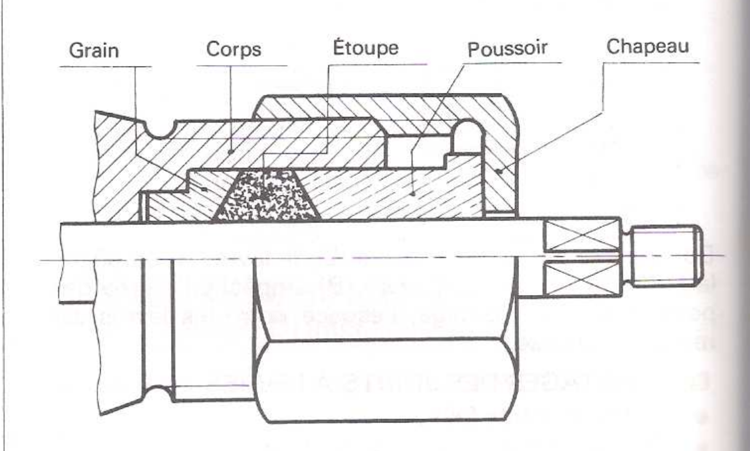
Pour l'eau froide :

La garniture appelée « étoupe » est consituée de filasse de coton ou chanvre suiffé.

Pour les autres liquides :

La garniture est constituée d'un empilage d'anneaux faits avec la tresse carrée d'amiante, de fil de cuivre étamé ou de téflon.

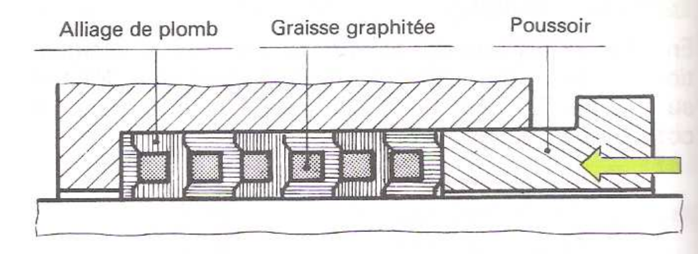
Exemple : Détail d'un robinet-vanne.



Pour les fortes pressions et températures élevées.

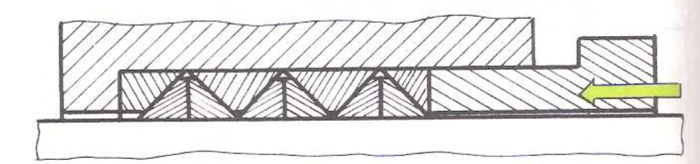
Les garnitures sont métalliques.

- Garniture autolubrifiante « PACIFIC ».



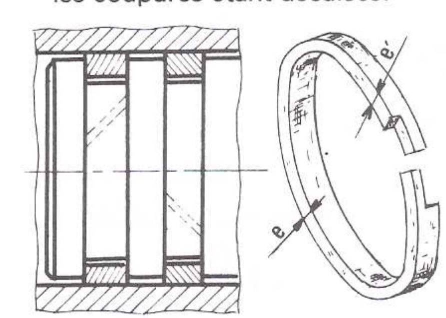
- Garniture formée de bagues métalliques.

La garniture est formée de bagues en métal tendre coupées. Le serrage les applique contre l'arbre.



32/16 - ÉTANCHÉITÉ PAR JOINTS MÉTALLIQUES APPELÉS : SEGMENTS

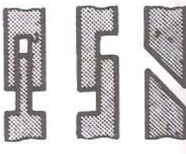
- Matériau : fonte douce.
- L'étanchéité est obtenue avec plusieurs segments, les coupures étant décalées.



Le diamètre extérieur et le diamètre intérieur sont légèrement désaxés.

$\Rightarrow e > e'$

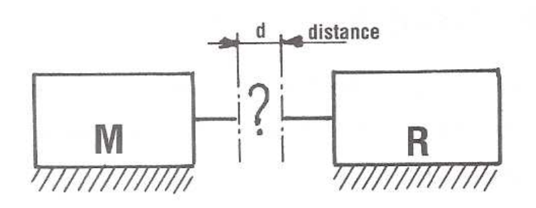
coupures



TRANSMISSION MÉCANIQUE DE PUISSANCE

PRÉSENTATION DU PROBLÈME

La puissance motrice provenant d'un organe moteur transmise à un mécanisme récepteur doit être restituée avec le maximum de rendement.
La transmission de cette puissance est conditionnée par les solutions constructives mises en œuvre et les milieux où les mécanismes évoluent.



Energie : électrique
: thermique
: fluidique

Mouvements : rotation
: translation

CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES À ANALYSER.

TYPE DE TRANSMISSION	NATURE DES MOUVEMENTS	POSITIONNEMENT DES AXES
en fonction de la distance "d" entre les appareils – Adhérence – Obstacle	entrée et/ou sortie – Rotation – Translation – Transformés	d'entrée et de sortie – parallèles - alignés ou non – orthogonaux - concourants

SOLUTIONS TECHNIQUES MISES EN ŒUVRE

Transmission de puissance entre deux arbres sensiblement alignés, l'on conserve le *mouvement de rotation*.	Accouplements : – rigides – articulés – élastiques
Transmission de puissance entre deux arbres concourants ou parallèles, l'on conserve le *mouvement de rotation*.	Accouplements : – joint de cardans – joint de oldham
Transmission de puissance à volonté ou rupture entre deux parties du *mouvement de rotation*.	Embrayages : – Cylindriques – Coniques – Plans Coupleurs.
Transmission de mouvement avec transformation de l'énergie mécanique en chaleur pour ralentir progressivement un *mouvement de rotation* puis l'arrêter.	Freins : – à disques – à sabot – à bandes – à mâchoires

ÉLÉMENTS TECHNIQUES TRANSMETTEURS D'ÉNERGIE

En conservant le type de mouvement Mouvement de rotation, avec changement de vitesse	Par adhérence – Poulies courroies – Roues de friction Par obstacle – Pignon et chaîne – Engrenages – Roues et vis sans fin
En modifiant le type de mouvement Mouvement de rotation en translation Mouvement de translation en rotation	– Pignon crémaillère – Système vis-écrou – Came excentrique – Bielle manivelle

TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT

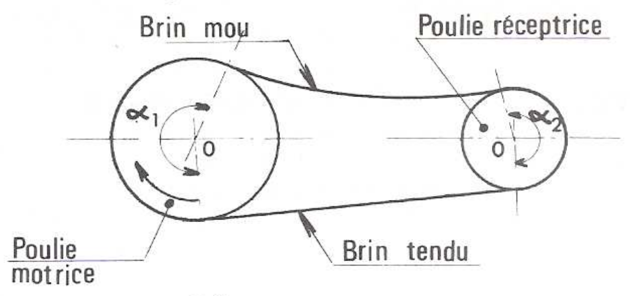
33. POULIES – COURROIES

33/01 - FONCTION

Transmettre par adhérence, à l'aide d'un lien flexible «courroie», un mouvement de rotation continu entre deux arbres éloignés.

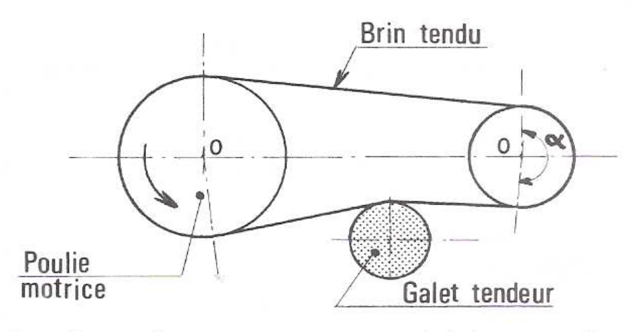
33/02 - BRIN MOU - BRIN TENDU

- Le brin mou est placé au-dessus des poulies afin d'augmenter l'angle d'enroulement



α : angle d'enroulement.

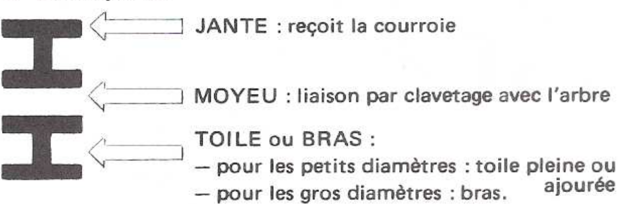
33/03 - GALET TENDEUR



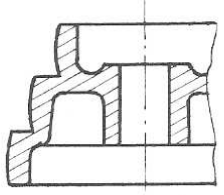
Le galet tendeur est en contact avec le brin mou qui peut alors se placer au-dessus ou au-dessous des poulies.

33/04 - LES POULIES

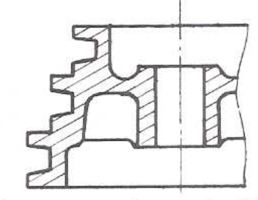
- **Description.**



- **Poulies étagées :** assurent une variation de vitesse.



Pour courroie plate



Pour courroie trapézoidale

33/05 - LES COURROIES

33/05 - 1 COURROIES PLATES

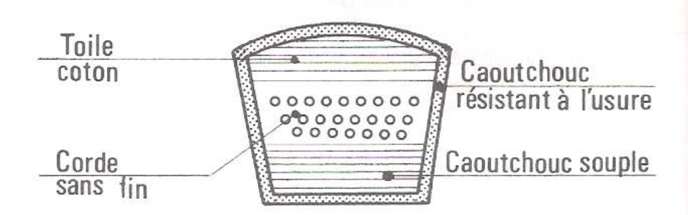
- Courroies en cuir.

à plat — à champ



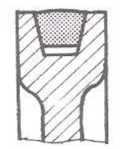
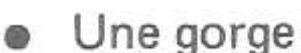
- Courroies en coton tissé.
- Courroies en nylon.
- Courroies en matière plastique moulée avec une armature en fils d'acier.

33/05 - 2 COURROIES TRAPÉZOÏDALES MOULÉES

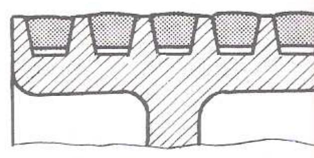


Avantages :

- Courroie sans fin;
- Surfaces de contact poulie/courroie, importante pour une largeur réduite;
- Possibilité de transmettre des puissances élevées (poulie à gorges multiples).

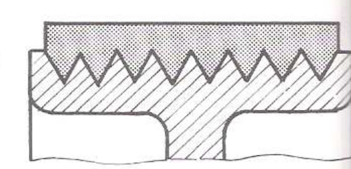
- Une gorge



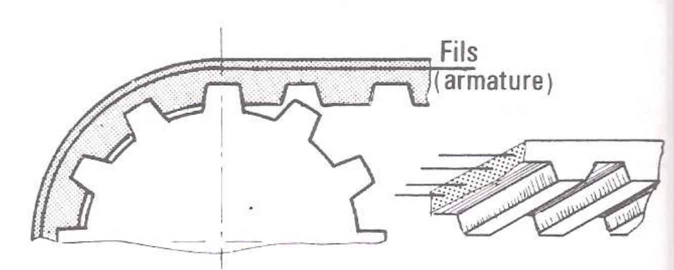
- Gorges multiples

33/05 - 3 COURROIES POLY «V»

Très utilisées en électro-ménager et matériel agricole.



33/06 - POULIES ET COURROIES CRANTÉES



Transmission silencieuse sans glissement.

Exemple d'utilisation :

entraînement de l'arbre à cames de moteurs d'automobile.

TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT

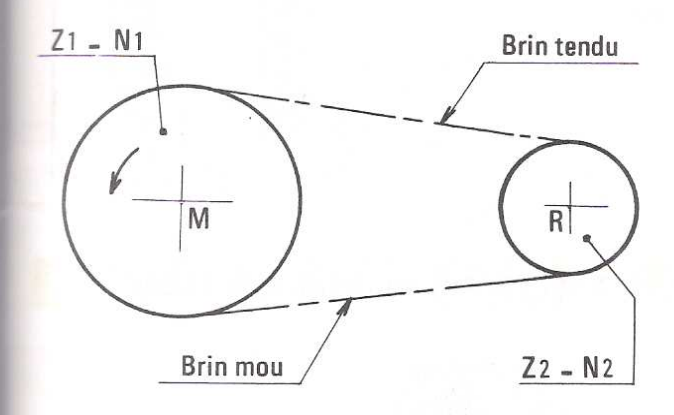
34. PIGNONS – CHAÎNES

34/01 - FONCTION

Transmettre, par obstacle, à l'aide d'un lien articulé appelé «chaîne», un mouvement de rotation continu entre deux arbres éloignés parallèles.

34/02 - BRIN MOU - BRIN TENDU

Contrairement aux courroies, placer le brin tendu au-dessus des roues et pignons.



34/03 - RAPPORT DES VITESSES

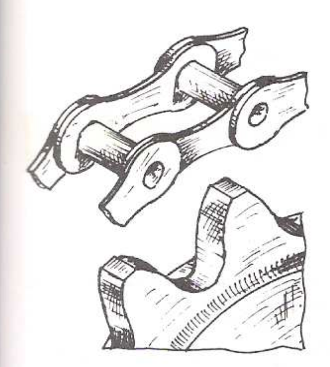
Z1 - Z2 : Nombre de dents des pignons.

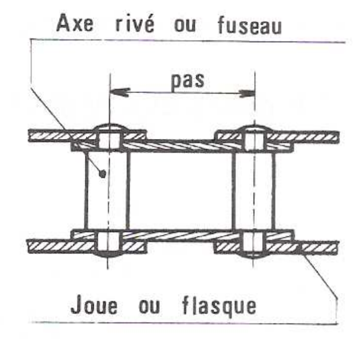
N1 - N2 : Nombre de tours par minute.

comme pour un engrenage :

$$N1 \times Z1 = N2 \times Z2 \Longrightarrow \frac{N1}{N2} = \frac{Z2}{Z1}$$

34/04 - CHAÎNE GALLE

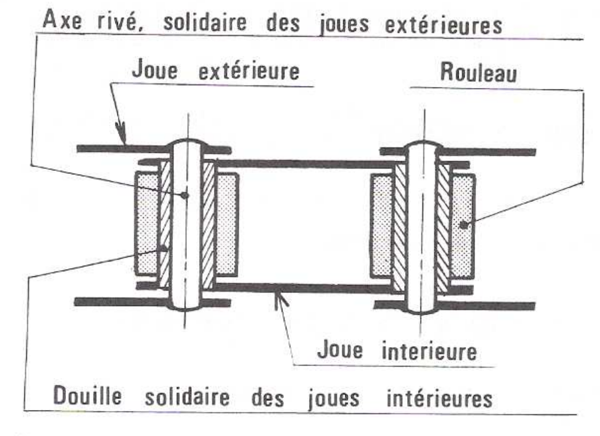




- **Inconvénients**

Surfaces de contact faibles aux articulations d'où pression importante entre ces surfaces et graissage difficile. Usure rapide.

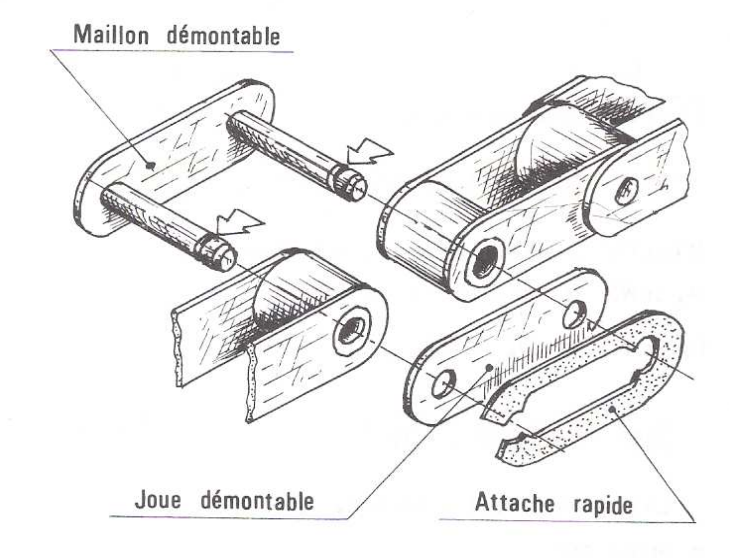
34/05 - CHAÎNE A ROULEAUX



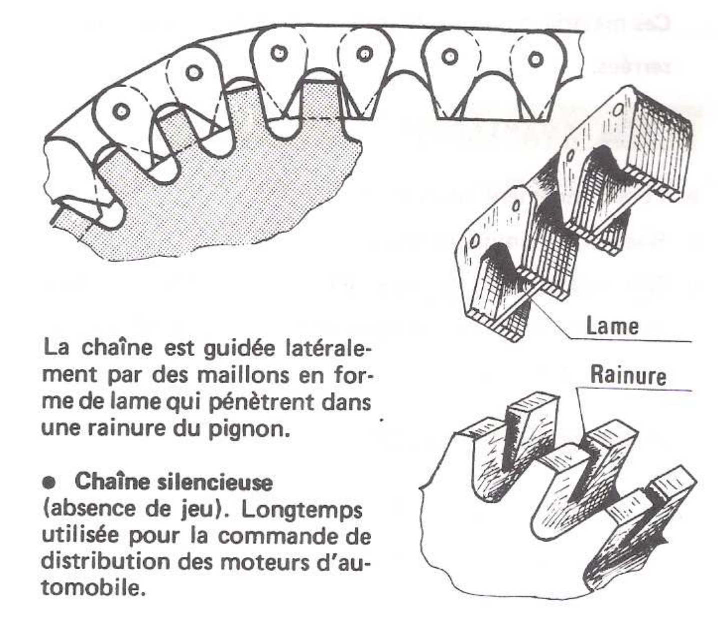
- **Avantages**

Surfaces de contact des articulations importantes. Les rouleaux roulent à la sortie du pignon.

34/06 - FERMETURE DE LA CHAÎNE



34/07 - CHAÎNE SILENCIEUSE



La chaîne est guidée latéralement par des maillons en forme de lame qui pénètrent dans une rainure du pignon.

- **Chaîne silencieuse** (absence de jeu). Longtemps utilisée pour la commande de distribution des moteurs d'automobile.

TRANSMISSION DE MOUVEMENT

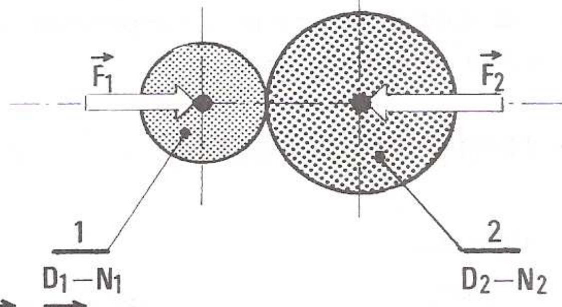
35. ROUES DE FRICTION

35/01 - FONCTION

Transmettre par adhérence, un mouvement de rotation entre deux arbres rapprochés.

35/02 - CONDITIONS D'ENTRAÎNEMENT

- Cœfficient de frottement important entre les deux roues.
- Forces pressantes créant l'adhérence.



$\vec{F1}$ et $\vec{F2}$: forces pressantes

35/03 - RAPPORT DES VITESSES

D1 et D2 : Diamètres des roues de friction.

N1 et N2 : Nombre de tours par minute.

$$D1 \times N1 = D2 \times N2 \Rightarrow \frac{D1}{D2} = \frac{N2}{N1}$$

35/04 - CONSTRUCTION

Le système «roues de friction» comprend :

- un plateau en fonte.
- un pignon appelé «galet» dont la surface de contact est en bois, en cuir, en ferodo, en aggloméré de liège.

  Ces matériaux se présentent en rondelles, empilées et serrées.

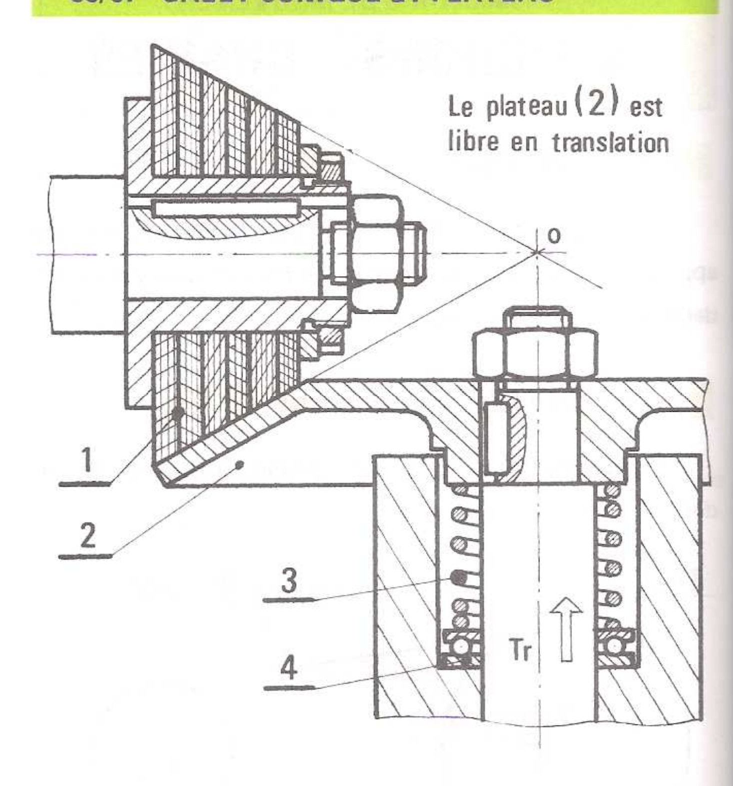
35/05 - AVANTAGES

- Fonctionnement silencieux.
- Réalisation simple et économique.
- Glissement entre les roues en cas de variation brusque du couple résistant. Le système peut être utilisé comme limitateur de couple.

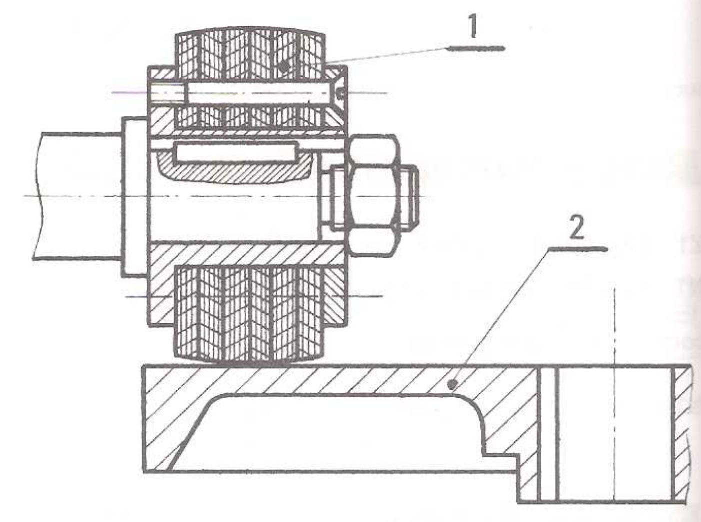
35/06 - INCONVÉNIENTS

- Efforts importants sur les paliers d'où usure.
- Transmission de faible puissance.

35/07 - GALET CONIQUE ET PLATEAU

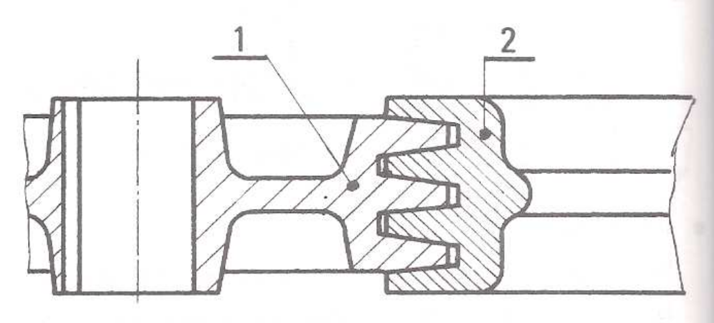


35/08 - GALET CYLINDRIQUE ET PLATEAU



- Possibilité de faire varier le rapport des vitesses. Voir variateurs - chapitre 40.
- Le galet doit être légèrement bombé.

35/09 - ROUES À RAINURES MULTIPLES



- Transmission de grandes puissances.

TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT

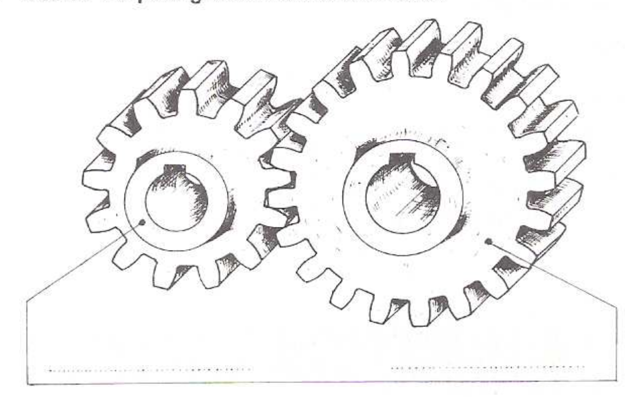
36. ENGRENAGES

36/01 - FONCTION

Transmettre, sans glissement, un mouvement de rotation continu entre deux arbres rapprochés.

36/02 - DÉFINITIONS

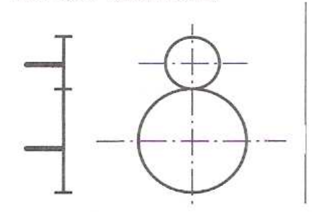
- **Engrenage :** Ensemble de deux roues dentées.
- **Pignon :** La plus petite des deux roues.
- **Roue :** La plus grande des deux roues.



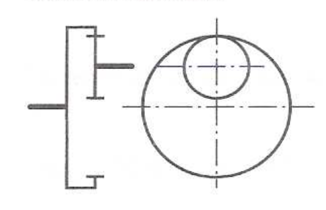
36/03 - SCHÉMA TECHNOLOGIQUE MINIMAL

- **Engrenage cylindrique.**

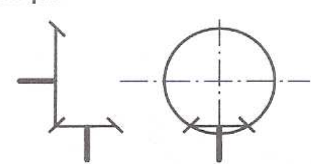
denture extérieure.



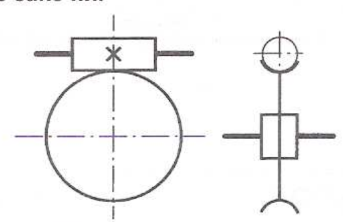
denture intérieure.



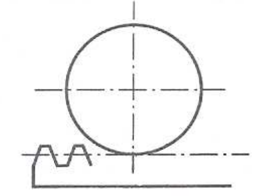
- **Engrenage conique.**

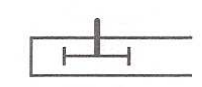


- **Roue et vis sans fin.**



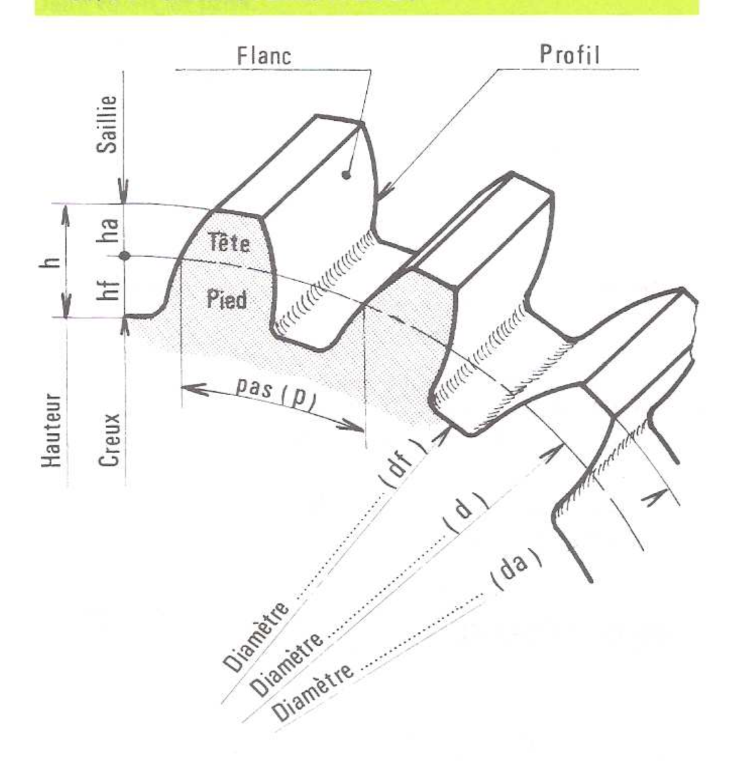
- **Pignon – crémaillère.**





ENGRENAGES CYLINDRIQUES A DENTURE DROITE

36/04 - CARACTÉRISTIQUES



Nombre de dents . . . . : Z

Module . . . . : m

Diamètre primitif . . . . : $d = m \cdot Z$

Saillie . . . . : $ha = m$

Creux . . . . : $hf = 1,25\ m$

Hauteur dent . . . . : $h = 2,25\ m$

Pas au primitif . . . . : $p = \frac{\pi d}{z} = \pi m$

Déduire des caractéristiques ci-dessus :

☐ Diamètre de tête (da)

da = ...

☐ Diamètre de pied (df)

df = ...

Remarque : lorsque deux roues dentées sont en prise, le module et le pas sont identiques.

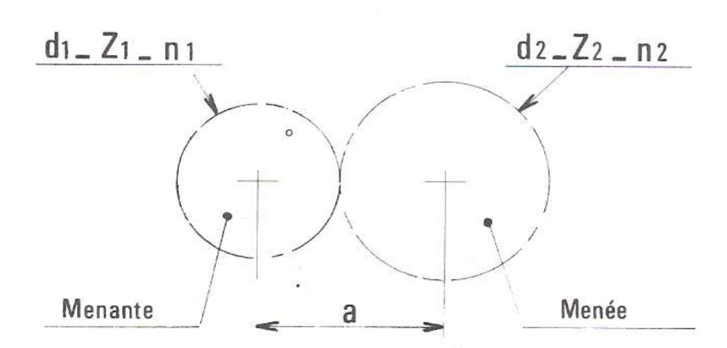
36/05 - MODULES NORMALISÉS NOMBRE DE DENTS

Voir Méthode Active – chapitres R8 et R9

36/06 - VITESSES DE ROTATION RAISON DE L'ENGRENAGE

Vitesse de rotation : n 1 et n 2.

Unité : tr/mn (tours par minute).



$$\text{Raison (r)} = \frac{\text{vitesse roue menée (n2)}}{\text{vitesse roue menante (n1)}}$$

$$r = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

36/07 - ENTRAXE (a)

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(\ldots\ldots + \ldots\ldots)}{2}$$

36/08 - RECHERCHE DU MODULE D'UNE ROUE EXISTANTE

De la formule qui nous permet de calculer le diamètre de tête, nous déduisons la valeur du module :

$$da = m(Z + 2) \Longrightarrow m = \frac{da}{Z+2}$$

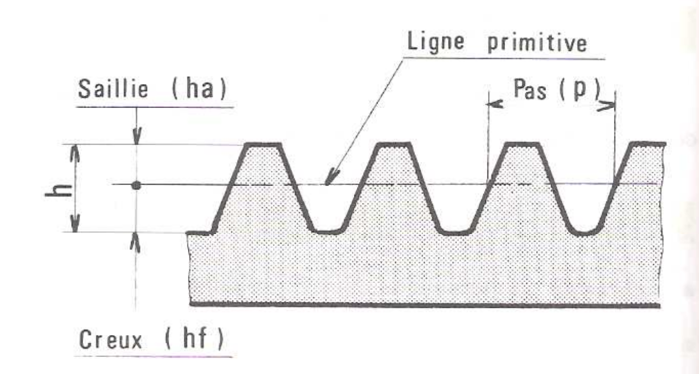
- Mesurer le diamètre de tête (da).
- Compter le nombre de dents (Z)
- Calculer alors le module en utilisant la formule ci-dessus.

Remarque

Le module ainsi calculé a peu de chance d'être un nombre qui corresponde exactement à l'un des modules normalisés, ceci à cause des incertitudes sur la mesure du diamètre de tête. Il convient donc de choisir le module normalisé qui se rapproche le plus du module calculé.

36/09 - CRÉMAILLÈRE

Une crémaillère peut être considérée comme un élément de roue dentée dont le diamètre primitif tend vers l'infini.



Caractéristiques

Module : m

Pas au primitif : p = $m\pi$

Saillie : ha = m

Creux : hf = 1,25 m

Hauteur de la dent : h = 2,25 m

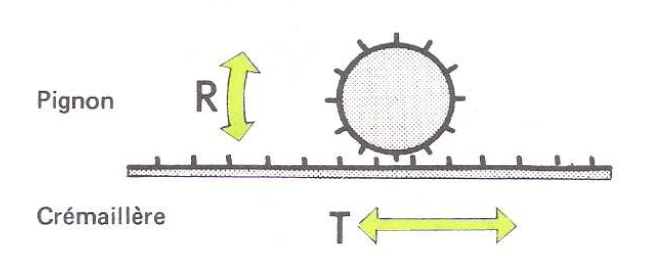
36/10 - TRANSFORMATION DE MOUVEMENT. SYSTÈME «PIGNON - CRÉMAILLÈRE»

- Le système «pignon - crémaillère» permet de transformer un mouvement circulaire alternatif en un mouvement rectiligne alternatif.
- Le système est réversible.
- Exemples d'utilisation ? :

☐ ....

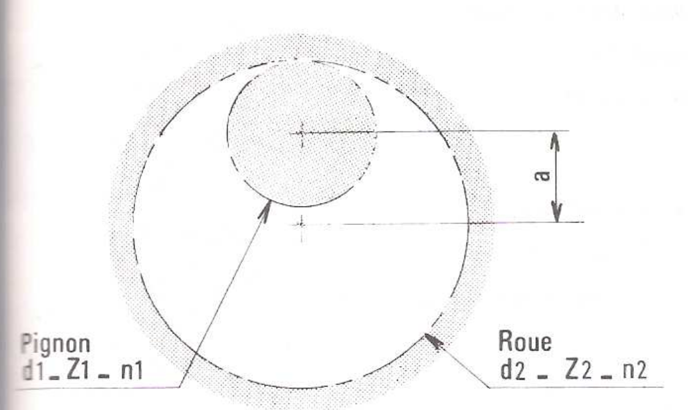
☐ ....

☐ ....

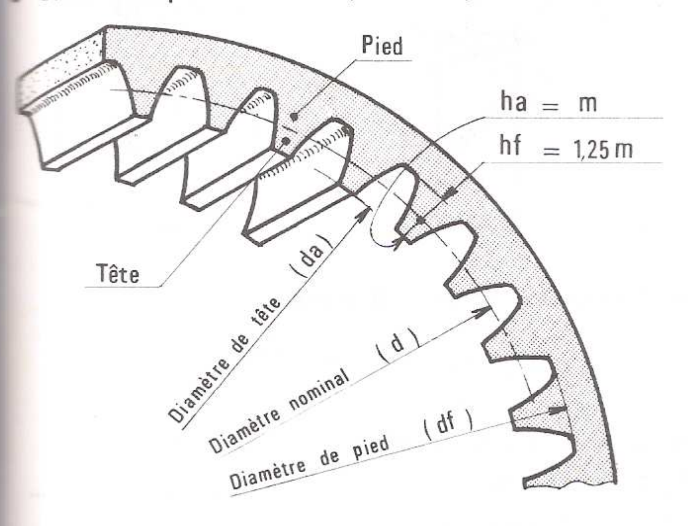


ROTATION DU PIGNON	TRANSLATION DE LA CRÉMAILLÈRE
Un tour	$\pi d = \pi m Z$
Une dent ($\frac{1}{Z}$ tour)	$\pi d / Z = \pi m$

36/11 - ENGRENAGE INTÉRIEUR



- Caractéristiques du pignon : voir 36 - 4.
- Caractéristiques de la roue : (ci-dessous)



- Compléter les caractéristiques ci-dessous.

☐ Diamètre primitif : d = ...

☐ Diamètre de tête : da = ...

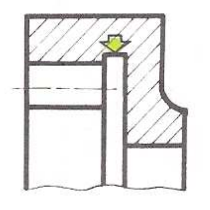
☐ Diamètre de pied : df = ...

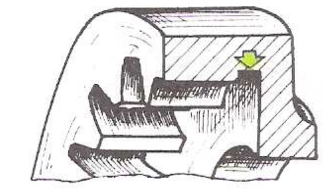
☐ Entraxe : .... a = ...

- **Taillage de la denture intérieure**

Roue en une pièce :

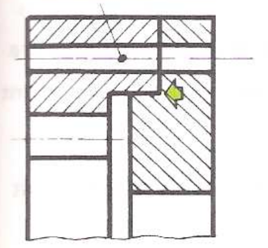
Prévoir un dégagement d'outil.

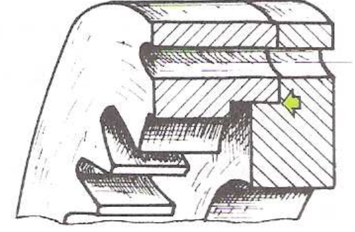




Roue en deux parties :

Prévoir un centrage.

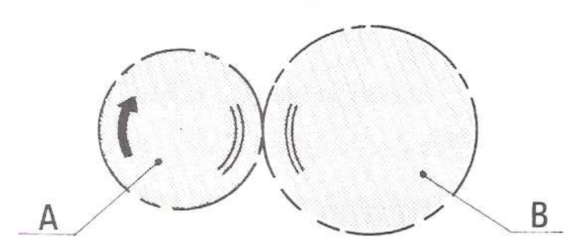




36/12 - SENS DE ROTATION

Terminez les sens de rotation esquissés sur les dessins. Complétez ensuite les conclusions en ajoutant soit : *«ne tourne pas»*, soit *«tourne»*.

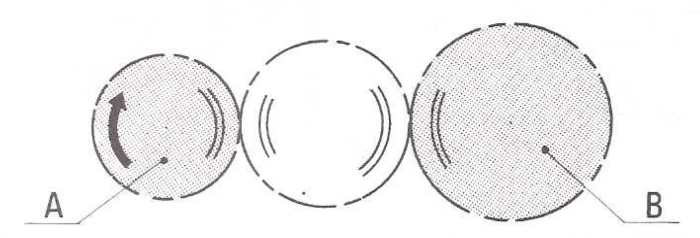
- **Deux roues en prise.**



Conclusion :

La roue (B) ....dans le même sens que la roue (A).

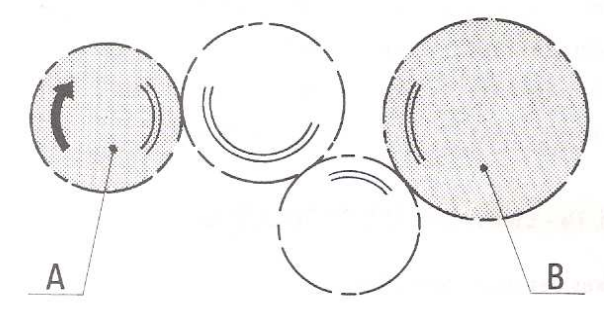
- **Avec une roue intermédiaire** (3 roues)



Conclusion :

La roue (B) ....dans le même sens que la roue (A).

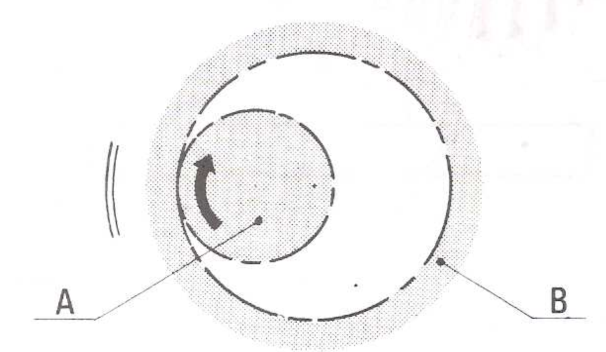
- **Un nombre paire de roues.**



Conclusion :

La roue (B) ....dans le même sens que la roue (A).

- **Engrenage intérieur.**



Conclusion :

La roue (B) ....dans le même sens que la roue (A).

ENGRENAGES CYLINDRIQUES À DENTURE HÉLICOÏDALE

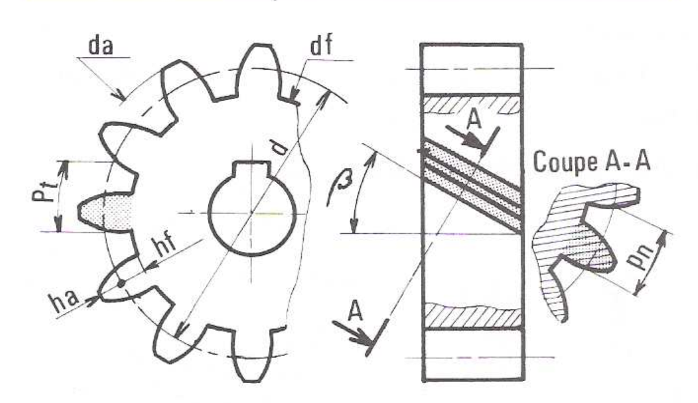
- **Avantages**

  Fonctionnement silencieux sans vibration. Effort sur chaque dent réduit (3 ou 4 dents en prise simultanément).

- **Inconvénient**

  Ils créent des poussées axiales qui exigent des épaulements et des butées.

36/13 - CARACTÉRISTIQUES



Angle de l'hélice : β

Module réel .... : mn (module normalisé)

Module apparent : $mt = \frac{mn}{\cos\beta}$

Pas apparent .... : $Pt = mt \times \pi$

Pas réel .... : $Pn = Pt \times \cos\beta$

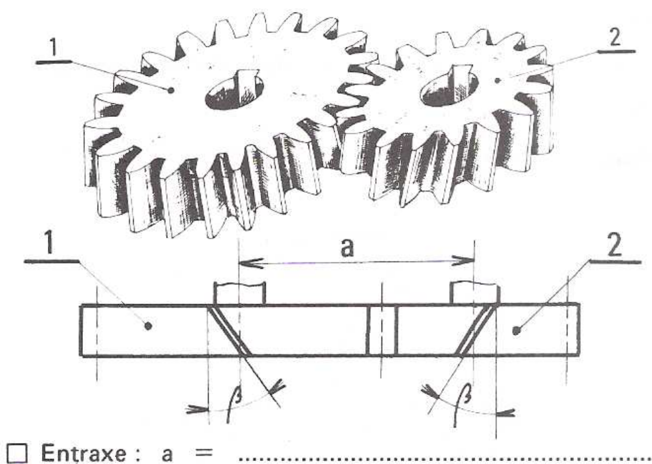
Diamètre primitif : $d = mt \times Z$

Diamètre de tête : $da = d + 2\,mn$

Diamètre de pied : $df = d - 2{,}5\,mn$

36/14 - ENGRENAGES PARALLÈLES

Axes des roues parallèles.



☐ Entraxe : a = ...

- Observez le sens des hélices.

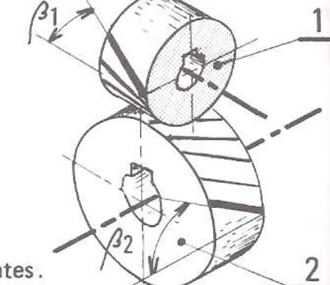
☐ Roue (1) : hélice à ....

☐ Roue (2) : hélice à ....

(droite ou gauche)

36/15 - ENGRENAGES GAUCHES

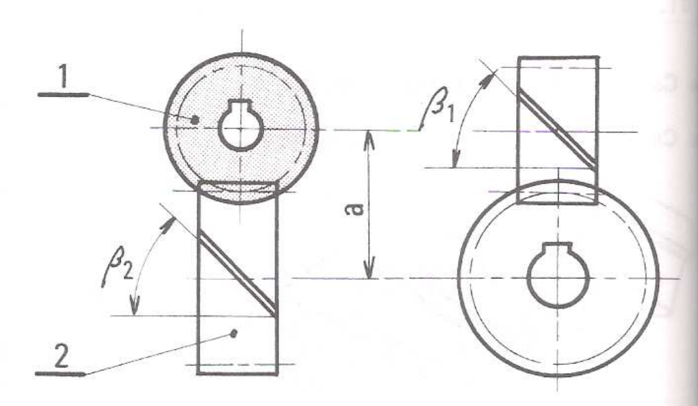
Axes des roues non parallèles — non concourants.



- **Inconvénients**

  Frottements importants.

  Poussées axiales importantes.



- Lorsque les axes sont orthogonaux :

$$\beta_1 + \beta_2 = 90^\circ$$

- Observez le sens des hélices.

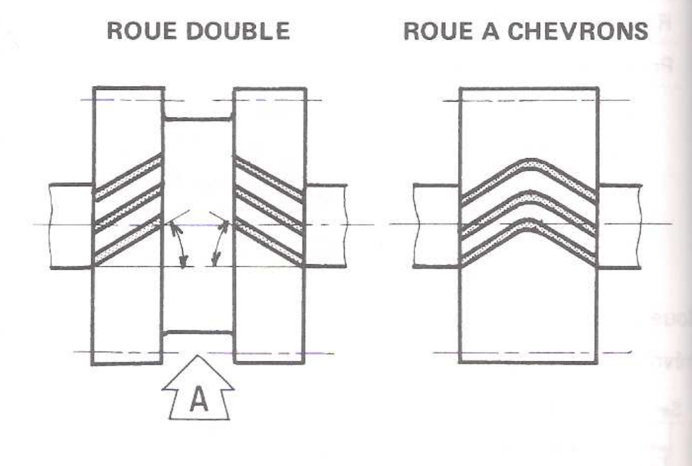
☐ Roue (1) : hélice à ....

☐ Roue (2) : hélice à ....

(droite ou gauche)

36/16 - ROUE DOUBLE — ROUE À CHEVRONS

Pas de poussée axiale

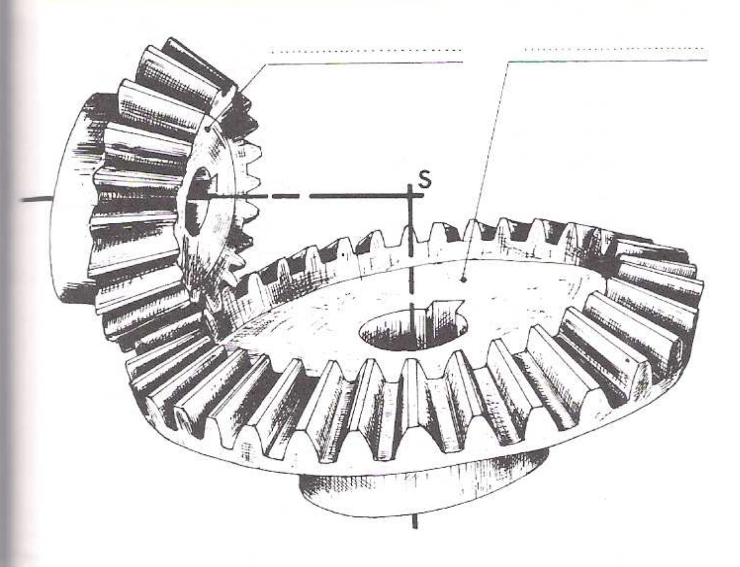


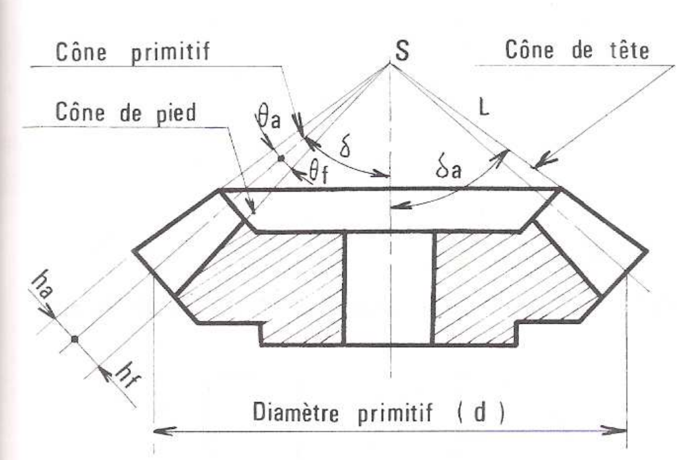
- Les dentures sont d'inclinaison égale mais de sens contraire.
- Lorsque la roue est double, prévoir un dégagement d'outil (A).
- La roue à chevrons ne possède pas de dégagement central.

ENGRENAGES CONIQUES À DENTURE DROITE

Axes des roues concourants

36/17 - CARACTÉRISTIQUES :





Module .... : m
(l'un des modules normalisés)

Diamètre primitif .... : d = m . Z

Angle primitif .... : δ

Angle de tête .... : $\delta_a = \delta + \theta_a$

Angle de saillie .... : θ_a

Angle de creux .... : θ_f

Saillie .... : ha = m

Creux .... : hf = 1,25 m

Remarques :

- La roue et le pignon d'un engrenage conique sont établis l'un pour l'autre (même module, sommet commun des cônes). *Ils forment un ensemble indivisible.*

- Les engrenages coniques créent une poussée axiale qui exige épaulement et butée.

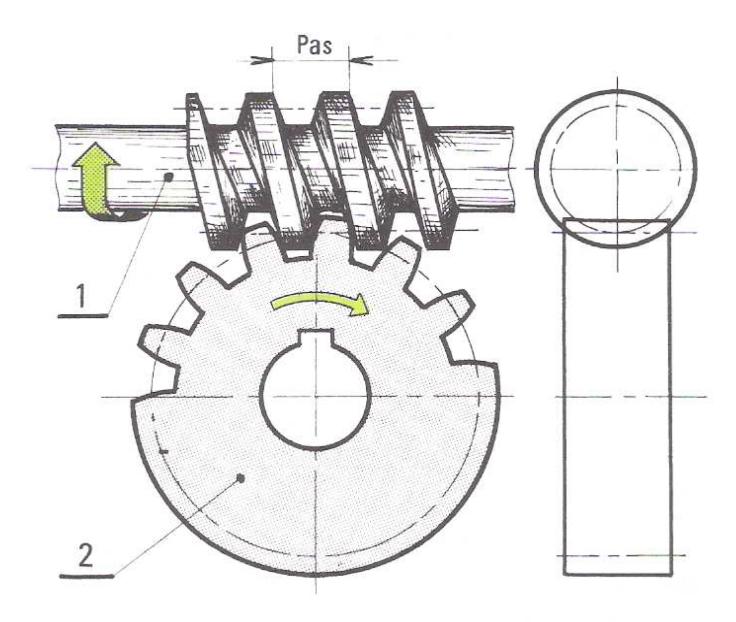
ROUE ET VIS SANS FIN

Axes des roues orthogonaux

36/18 - COMPOSITION :

- **La vis (1)** qui transmet le mouvement (sauf cas particuliers) est à un ou plusieurs filets. Elle peut être «à droite» ou «à gauche».

- **La roue (2)** est une roue cylindrique à denture hélicoidale.

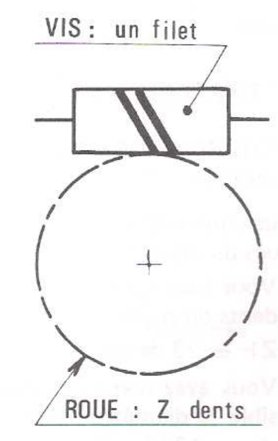


36/19 - RAPPORT DE RÉDUCTION

Cas d'une vis à un filet :

- La rotation de un tour de vis provoque la rotation de une dent de la roue.

- Il faut la rotation de (z) tours de la vis pour provoquer la rotation de un tour de la roue.



☐ Rapport de réduction : R = $\frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$

36/20 - CONSTATIONS

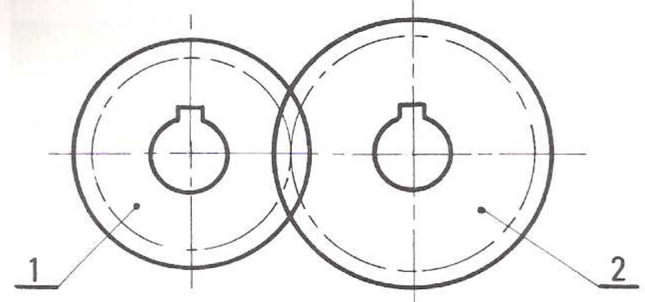
- Le système «roue et vis sans fin» permet un grand rapport de réduction.
Voir chapitre 39 sur les réducteurs.

- Le systéme peut être non réversible (cas des vis 1 filet). Il est alors utilisé dans certains appareils de levage.

- Le système crée des poussées axiales importantes, en particulier suivant l'axe de la vis. Il nécessite l'emploi de butées ou roulements supportant ces efforts.

EXERCICE 1 :

ENGRENAGE CYLINDRIQUE - DENTURE DROITE



Données :

Pignon (1) : Z1 = 38 dents
Roue (2) : Z2 = 57 dents
Module : m = 6

- Calculer :
  - Les diamètres primitifs : d1 et d2.
  - Les diamètres de tête : da1 et da2.
  - L'entraxe : a.
  - La raison de l'engrenage : n2/n1.

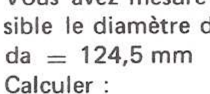
☐ Solution :	Réponses :
d1 = m x Z1 = ...	d1 = ...
da1 = ... = ...	da1 = ...
d2 = ... = ...	d2 = ...
da2 = ... = ...	da2 = ...
a = ... = ...	a = ...
Raison r = $\frac{n2}{n1}$ = $\frac{.............}{.............}$	r = $\frac{..................}{..................}$

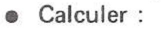
EXERCICE 2 :

RECHERCHE DES COTES CARACTÉRISTIQUES D'UN PIGNON :

Vous voulez retrouver les caractéristiques du pignon (1).

- Vous avez compté le nombre de dents du pignon.
  Z1 = 23 dents
- Vous avez mesuré le mieux possible le diamètre de tête.
  da = 124,5 mm





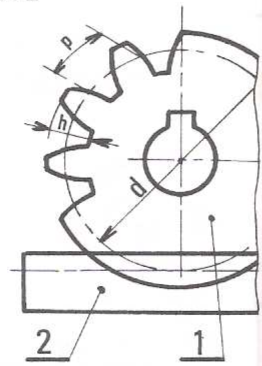
- Calculer :

Le module (m) - le diamètre primitif (d1) - le diamètre de tête exact (da1) - *Voir chapitre 36/08.*

☐ Solution :	Réponses :	
m = ... = ...	Module calculé : m = ...	Module normalisé : m = ...
d1 = ... = ...	d1 = ...	
da1 = ... = ...	da1 = ...	

EXERCICE 3 :

ENGRENAGE CYLINDRIQUE ET CRÉMAILLÈRE - DENTURE DROITE



Données :

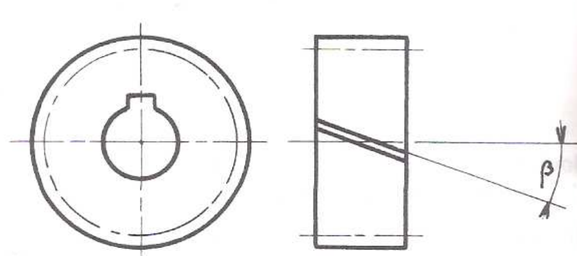
Pignon (1) : Z1 = 38 dents
Module : m = 2,5
Crémaillère : Z2 = 15 dents

- Calculer :
  - Le diamètre primitif : d1
  - La hauteur de la dent : h
  - Le pas au primitif : p
  - La longueur de la crémaillère : L

☐ Solution :	Réponses :
d1 = ... = ...	d1 = ...
h = ... = ...	h = ...
p = ... = ...	p = ...
L = ... = ...	L = ...

EXERCICE 4 :

ENGRENAGE CYLINDRIQUE - DENTURE HÉLICOÏDALE



Données :

Angle de l'hélice : β = 20° – à droite
Module réel : mn = 5
Nombre de dents : Z = 28 dents
cos 20° = 0,939

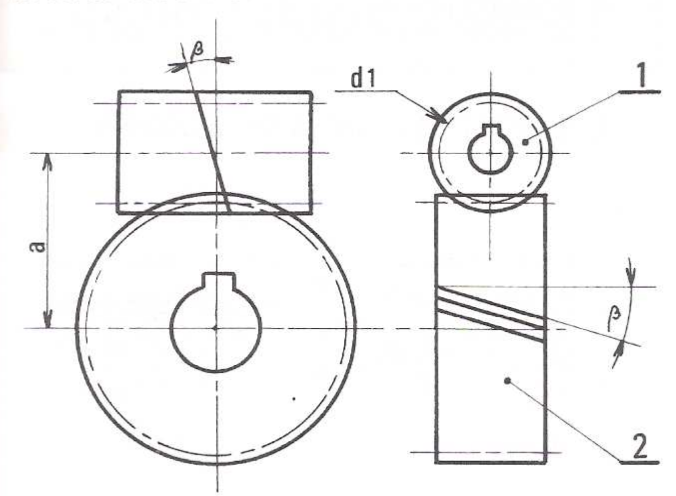
- Calculer :
  - Le module apparent : mt
  - Le diamètre primitif : d
  - Le diamètre de tête : da

Voir chapitre 36/13

☐ Solution :	Réponses :
mt = ... = ...	mt = ...
d = ... = ...	d = ...
da = ... = ...	da = ...

EXERCICE 5 :

ROUE ET VIS SANS FIN



Données :

Nombre de filets de la vis (1) : Z1 = 2

Module réel de la vis (1) et de la roue (2) : mn = 6

Diamètre primitif de la vis (1) : d1 = 60

Nombre de dents de la roue (2) : Z2 = 50 dents

L'angle d'hélice (β) et le sens de l'hélice sont identiques sur la vis et sur la roue.

$\beta = 7°$ $\cos 7° = 0{,}99255$

- Calculer :

– Le module apparent de la roue : mt

– Le diamètre primitif de la roue : d2

– Le diamètre de tête de la roue : da2

– Le diamètre de pied de la roue : df2

– L'entraxe : a

– Le rapport des vitesses : $\frac{n1}{n2} = \frac{Z2}{Z1}$

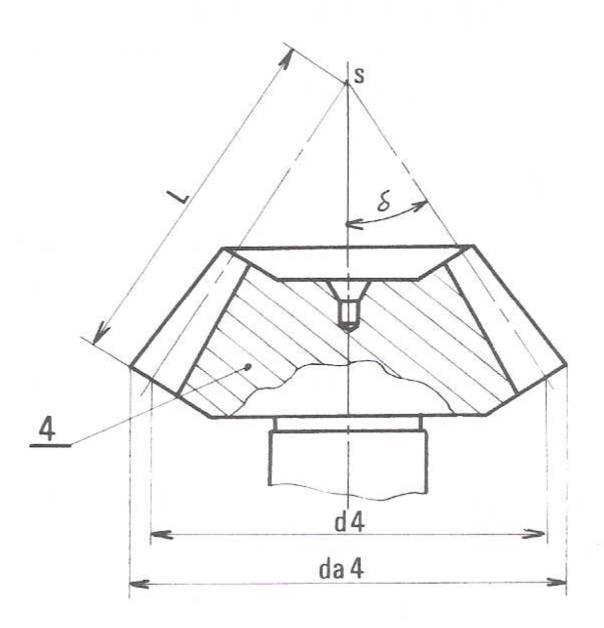
– Quel est le sens de l'hélice de la vis ?

Voir chapitre 36/13

☐ Solution :	Réponses :
mt = ... = ...	mt = ...
d2 = ... = ...	d2 = ...
da2 = ... = ...	da2 = ...
df2 = ... = ...	df2 = ...
a = ... = ...	a = ...
$\frac{n1}{n2} = \frac{........}{........} = \frac{..............}{..............}$	$\frac{n1}{n2} = \frac{..............}{..............}$
Sens de l'hélice de la vis (à droite ou à gauche)	Sens de l'hélice : à ....

EXERCICE 6 :

ENGRENAGE CONIQUE - DENTURE DROITE



PIGNON (4) DU RÉDUCTEUR DE VITESSE ÉTUDIÉ AU CHAPITRE 20/30.

Pour compléter la documentation relative aux engrenages coniques, consulter la Méthode Active - chapitre R11 (calculs)

Données :

Pignon (4) - Nombre de dents : Z4 = 17 dents

Roue (3) - Nombre de dents : Z3 = 38 dents

Module : m = 3

- Calculer les caractéristiques du pignon (4)

– Déterminer l'angle primitif : δ

δ est déterminé par $\operatorname{tg} \delta = \frac{Z4}{Z3}$

– Diamètre primitif : d4

– Diamètre de tête : da4

– La longueur (L) des génératrices du cône primitif

☐ Solution :	Réponses :
tg δ = ... = ...	tg δ = ...
Rechercher δ sur une table trigonométrique	δ = ...
d4 = ... = ...	d4 = ...
da4 = ... = ...	da4 = ...
L = ... = ...	L = ...

CHANGEMENTS DE VITESSE GÉNÉRALITÉS

PROBLÈME

LE MOTEUR

Un moteur, caractérisé par sa puissance a généralement un seul sens de marche et une seule vitesse de rotation.

- Citez quelques exemples de moteurs ?

☐ ....

....

....

- Certains moteurs peuvent-ils avoir deux sens de marche ? Si oui, lesquels.

☐ ....

LE RÉCEPTEUR

Le récepteur, qui reçoit la puissance du moteur peut, selon ses conditions d'utilisation :

- tourner dans les deux sens;
- tourner à des vitesses variables.

- Citez des exemples de récepteurs ?

☐ ....

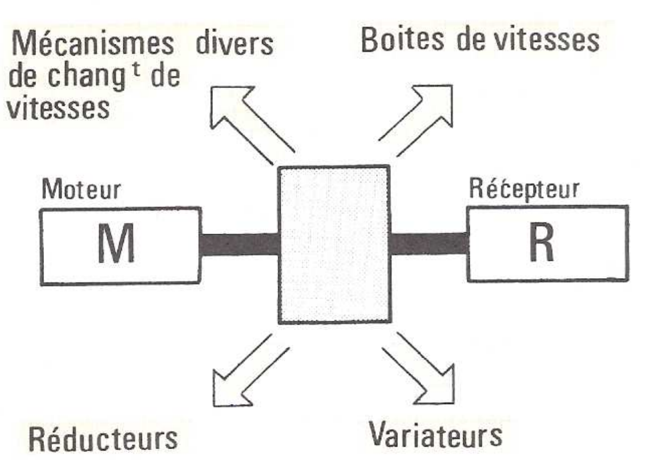
....

....

- Oralement — sur des exemples précis,
  Justifiez :
  «tourner dans les deux sens» et
  «tourner à des vitesse variables».

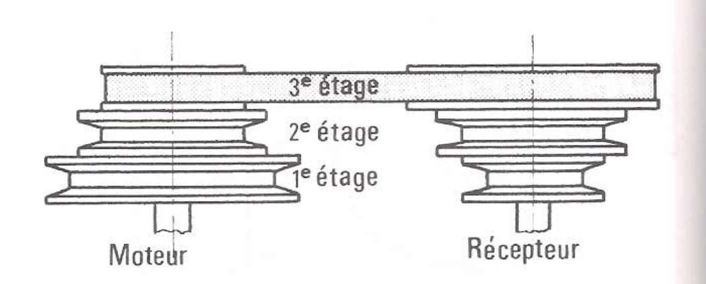
SOLUTIONS

Pour transmettre la puissance du moteur au récepteur et assurer les conditions d'utilisation de celui-ci, il faut placer entre le moteur et le récepteur l'un des éléments étudiés dans les chapitres suivants.



CHANGEMENTS DE VITESSE 37. MÉCANISMES DIVERS

37/01 - POULIES ÉTAGÉES ET COURROIE



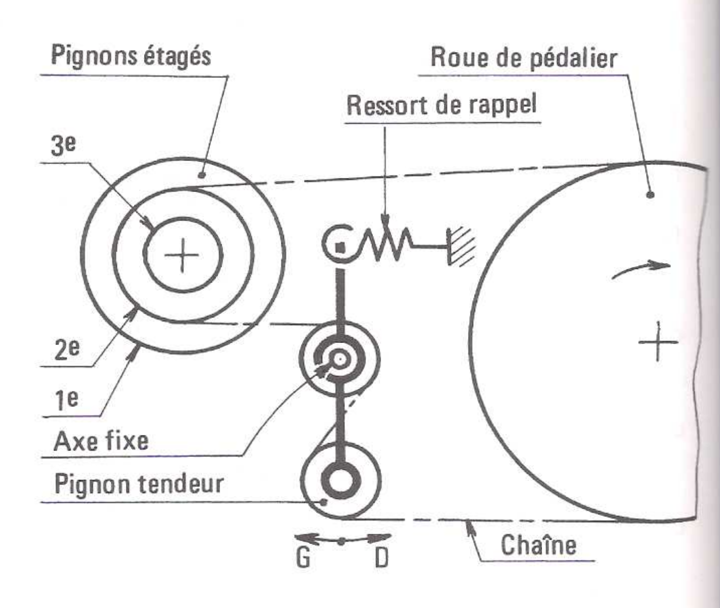
- Citez un exemple où ce système est utilisé.

☐ ....

- A quel étage doit être placé la courroie pour que la vitesse du récepteur soit plus grande que la vitesse du moteur ?

☐ ....

37/02 - PIGNONS ET CHAÎNE



Sur le schéma, la chaine est montée sur le pignon de la deuxième vitesse.

- Lorsque vous passez en première vitesse (grand pignon), dans quel sens se déplace le pignon tendeur ?

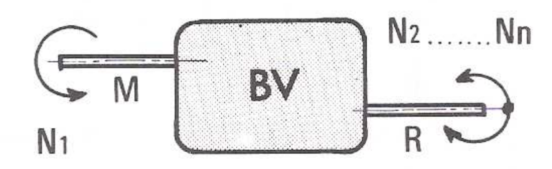
☐ .... (sens G ou sens D)

CHANGEMENTS DE VITESSE
38. BOÎTES DE VITESSES

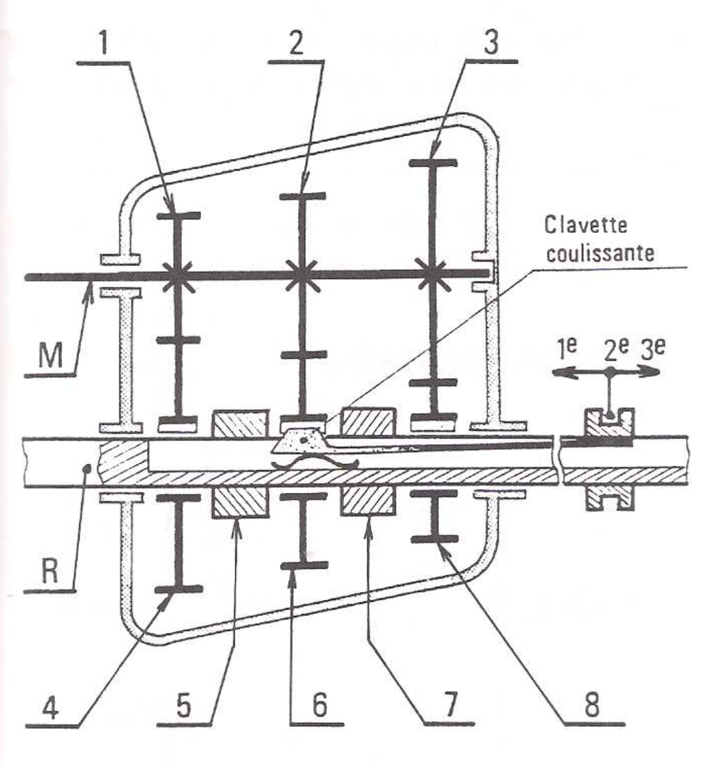
38/01 - FONCTION

Appareils destinés à transmettre un mouvement de rotation avec modification de vitesse.

38/02 - SCHÉMA

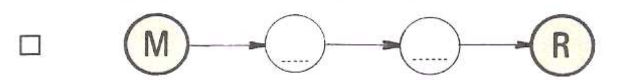


38/03 - BOÎTE À CLAVETTE COULISSANTE

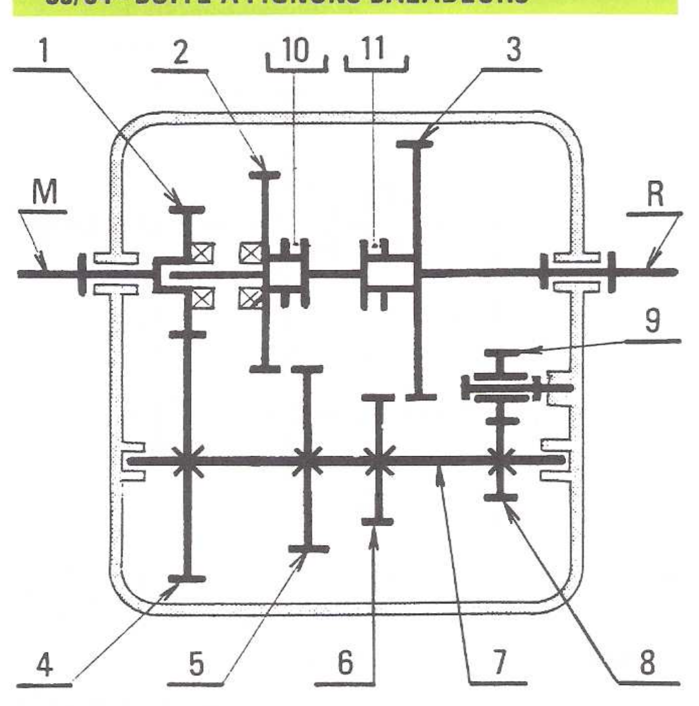


Caractéristiques :

- Tous les couples sont toujours en prise.
- Changement de vitesse par déplacement de la clavette coulissante.
- Points morts, lorsque la clavette est sous les bagues (5) et (7).
- La deuxième est «passée» – voir schéma ci-dessus – Le mouvement de rotation est transmis de l'arbre moteur (M) à l'arbre récepteur (R) par l'intermédiaire des roues dentées suivantes :

☐ 

38/04 - BOÎTE À PIGNONS BALADEURS



CARACTÉRISTIQUES DE LA BOÎTE :

- Pignon (1) et roue (4) toujours en prise.
- **Pignon baladeur (2)** – commandé par fourchette (10).
  3 positions :

à gauche (G) – (2) craboté avec (1).

au centre – point mort.

à droite (D) – (2) en prise avec la roue (5).

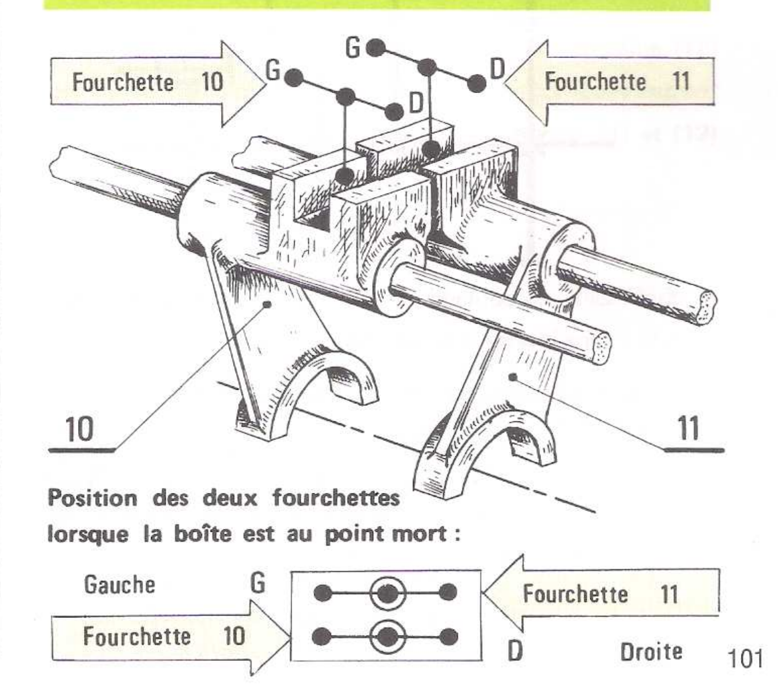
- **Pignon baladeur (3)** – commandé par fourchette (11).
  3 positions :

à gauche (G) – roue (3) en prise avec roue (6).

au centre – point mort.

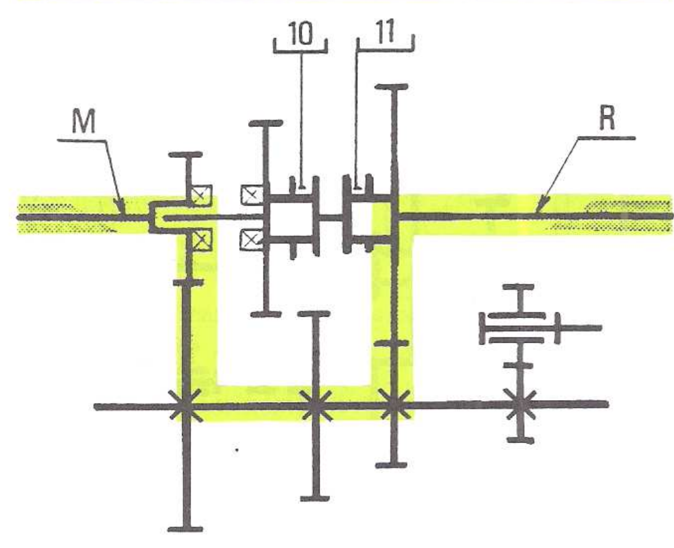
à droite (D) – roue (3) en prise avec la roue (9).

38/05 - MANŒUVRE DES PIGNONS BALADEURS

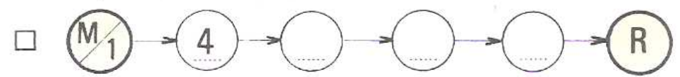


Position des deux fourchettes lorsque la boîte est au point mort :

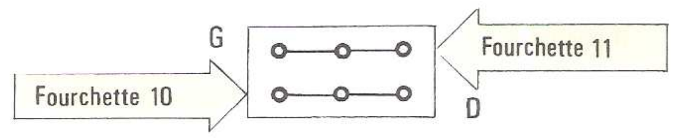
38/06 - 1ère VITESSE



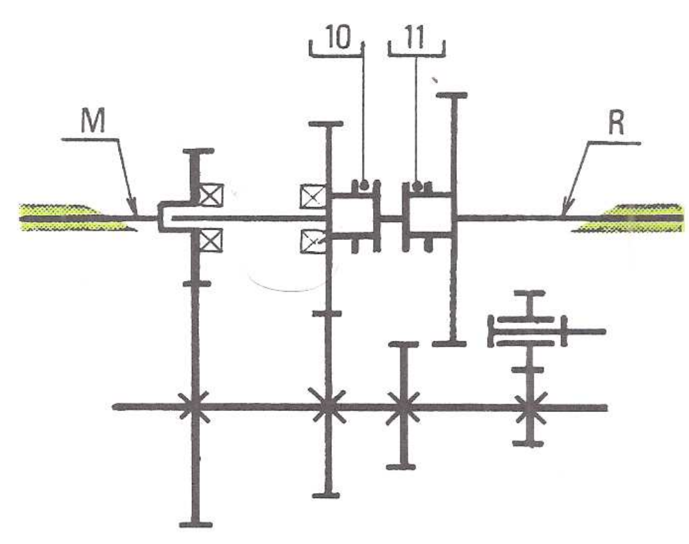
- La suite des liaisons entre (M) et (R) correspondant à la 1ère vitesse est représentée en gris sur le schéma ci-dessus. Repassez cette suite en couleur.
- Complétez, ci-dessous, la suite des liaisons entre (M) et (R).



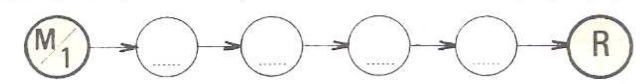
- Entourez les positions occupées par les fourchettes.



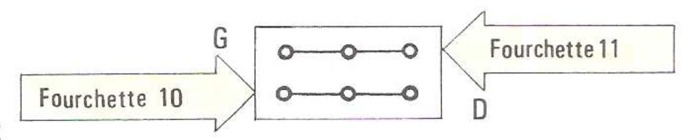
38/07 - 2 ème VITESSE



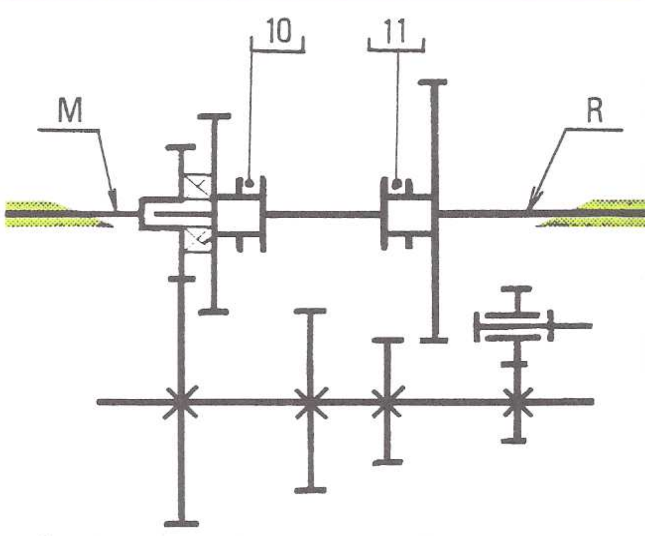
- Établissez en couleur, la suite des liaisons correspondant à la 2 ème vitesse (voir exemple ci-dessus).
- Complétez, ci-dessous, la suite des liaisons entre (M) et (R).



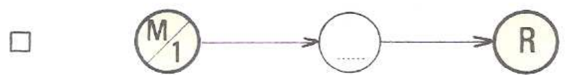
- Entourez les positions occupées par les fourchettes.



38/08 - 3ième VITESSE



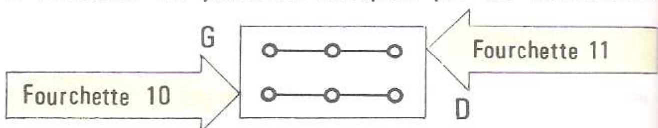
- Établissez, en couleur, la suite des liaisons correspondant à la 3 ème vitesse.
- Complétez, ci-dessous, la suite des liaisons entre (M) et (R).



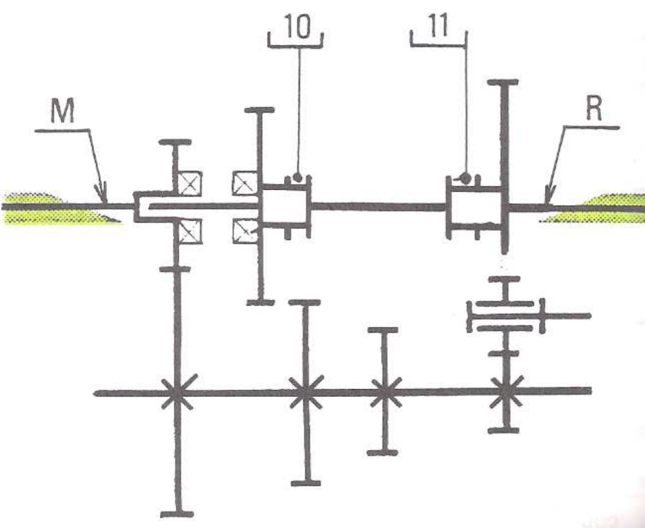
- La vitesse de rotation de l'arbre récepteur (R) est-elle différente de la vitesse de rotation de l'arbre moteur (M) ?

☐ .... (oui ou non)

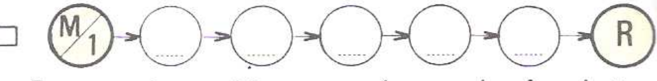
- Entourez les positions occupées par les fourchettes.



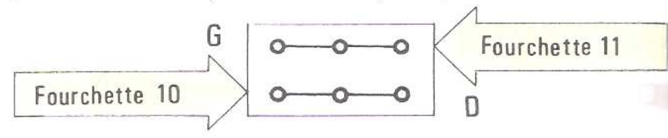
38/09 - MARCHE ARRIÈRE



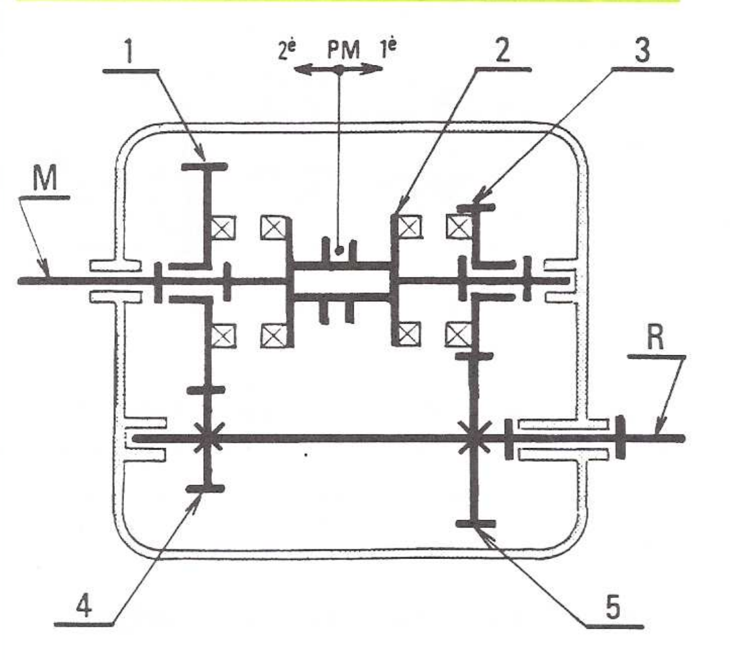
- Établissez, en couleur, la suite des liaisons correspondant à la marche arrière.
- Complétez, ci-dessous, la suite des liaisons entre (M) et (R).

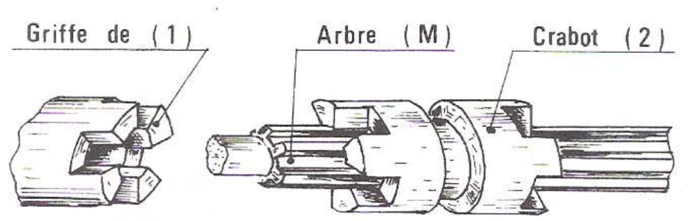


- Entourez les positions occupées par les fourchettes.

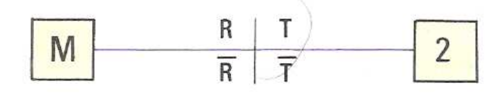


38/10 - BOÎTE À BALADEUR À GRIFFES (CRABOT)





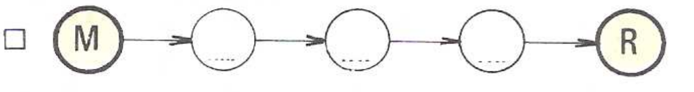
- Observez, sur le schéma, la liaison entre l'arbre moteur (M) et le crabot (2). Terminez ensuite l'élément de circuit ci-dessous.



- Quels usinages prévoit-on, en général, sur l'arbre et le crabot pour assurer cette liaison en rotation ?

☐ ....

- Lorsque la première vitesse est «passée», le mouvement de rotation est transmis de l'arbre moteur (M) à l'arbre récepteur (R) par l'intermédiaire des éléments suivants :

☐ 

- Lorsque la «première» est passée, le pignon (3), en prise avec le baladeur, est entraîné en rotation.
  Quel est l'état de la roue dentée (1) ?
  (Entourez la bonne réponse).

☐ – Elle ne tourne pas.
– Elle tourne plus vite que le pignon (3).
– Elle tourne moins vite que le pignon (3).

- Le changement de vitesse peut-il s'effectuer en marche ?

☐ . . . . (oui ou non).

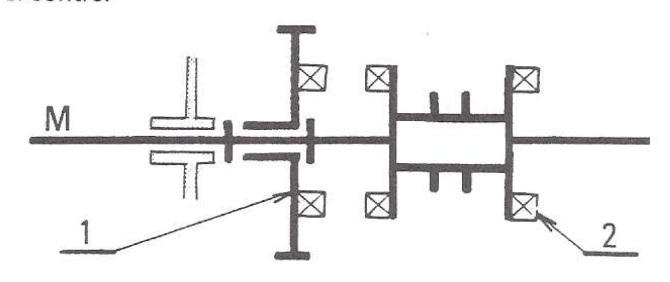
38/11 - SYNCHRONISEUR

Fonction

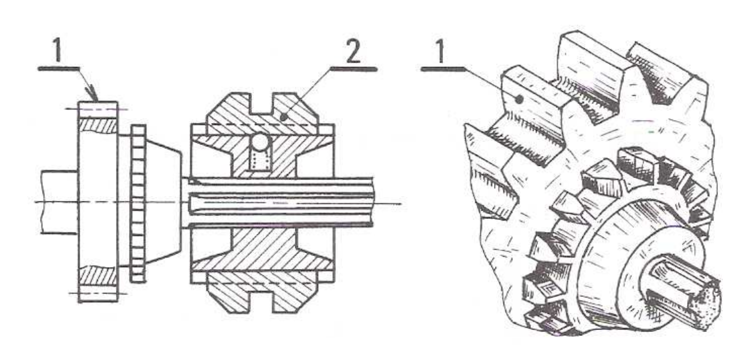
Dispositif égalisant la vitesse de deux arbres avant d'établir leur liaison par griffes (crabotage).

Exemple

Synchronisation de la boîte à baladeur à griffes étudiée ci-contre.

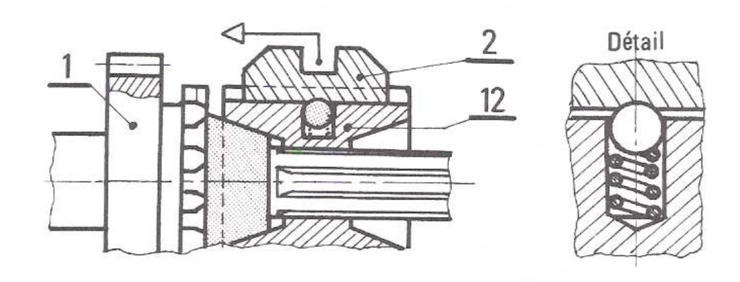


- **Le baladeur (2) est au point mort.**



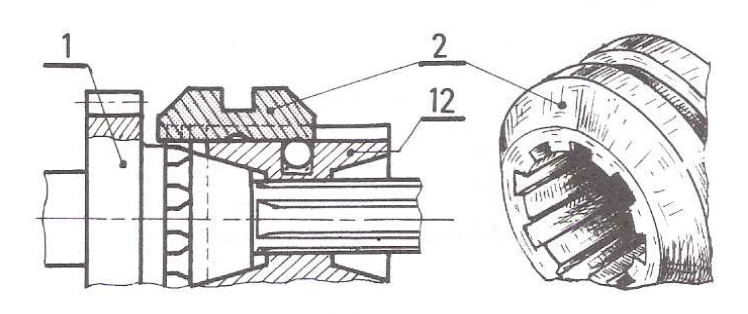
LE CRABOTAGE S'EFFECTUE EN DEUX TEMPS :

PREMIER TEMPS



(2) se déplace en translation vers (1). (2) entraîne (12) par l'intermédiaire de la bille. *Les surfaces coniques entrent en contact. Il y a entraînement par adhérence.* (1) et (12) tournent à la même vitesse.

DEUXIÈME TEMPS



(2) poursuit sa translation vers (1). *La bille s'efface. La crabotage s'effectue.*

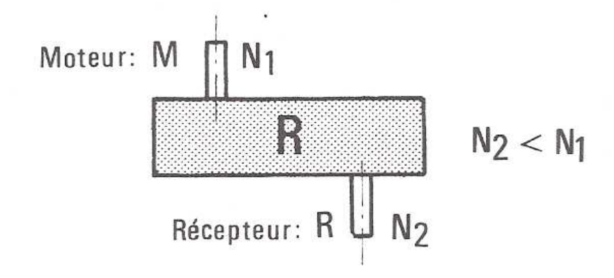
CHANGEMENTS DE VITESSE
39. RÉDUCTEURS

39/01 - FONCTION

Appareils destinés à réduire la vitesse d'un arbre moteur.

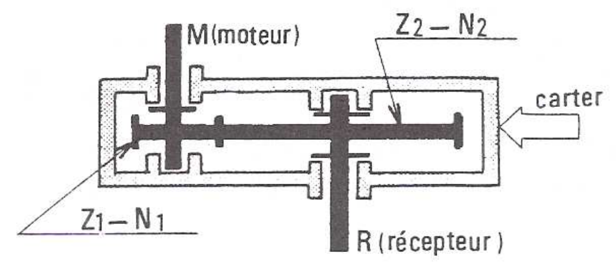
Remarque : les appareils réversibles peuvent être utilisés comme multiplicateur de vitesse.

39/02 - SCHÉMA



39/03 - RÉDUCTEURS À ROUES DENTÉES

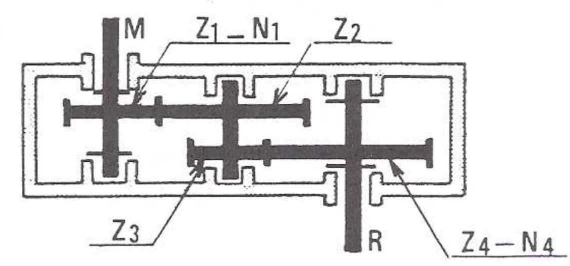
- **Deux roues cylindriques**



Rapport de réduction : (r)

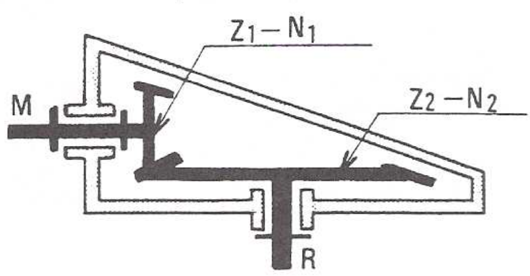
$$r = \frac{\text{vitesse récepteur}}{\text{vitesse moteur}} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

- **Train de roues cylindriques**



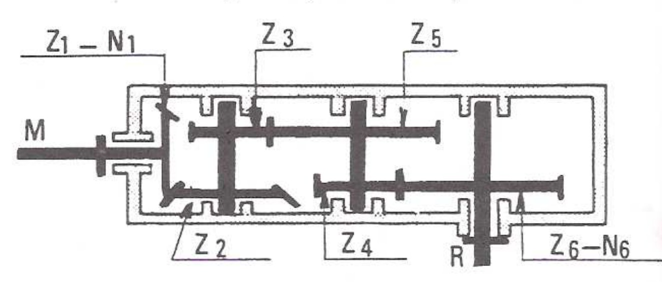
☐ $r = \frac{N\ \ldots}{N\ \ldots} = \ldots$

- **Deux roues coniques**



☐ $r = \frac{\ldots}{\ldots} = \frac{\ldots}{\ldots}$

- **Train de roues cylindriques et coniques**

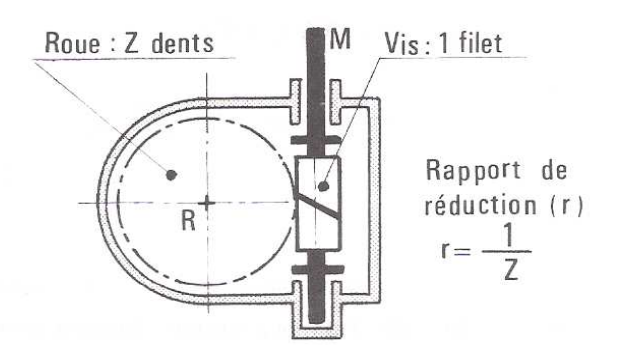




Remarques

Les réducteurs à denture hélicoïdale sont plus silencieux et ont un meilleur rendement que les réducteurs à denture droite mais ils nécessitent des paliers supportant des efforts axiaux.

39/04 - RÉDUCTEUR À ROUE ET VIS SANS FIN



- Rapport de réduction élevé
  ex : plateau circulaire 1/120
- Ils sont en général irréversibles.
- Les axes sont montés sur paliers butées.

39/05 - RÉDUCTEUR À TRAIN ÉPICYCLOÏDAL

Exemple : **Boîte Cotal.**

1 - Pignon moteur (arbre moteur).

2 - Couronne intérieure fixe.

3 - Satellites (ici 3).

4 - Porte-satellites (arbre récepteur).

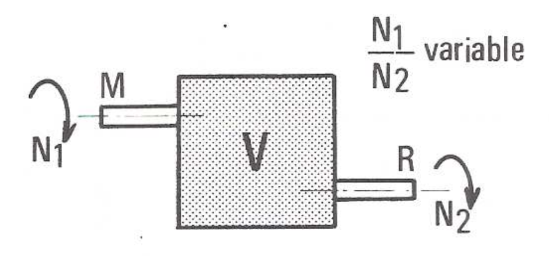
- Rapport de réduction important sous un encombrement réduit.

CHANGEMENTS DE VITESSE
40. VARIATEURS

40/01 - FONCTION

Appareils qui permettent d'obtenir un rapport de vitesse quelconque entre un arbre moteur et un arbre récepteur.

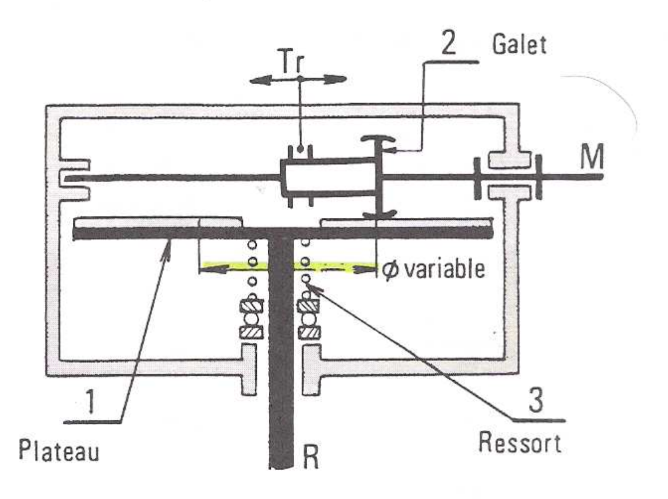
40/02 - SCHÉMA



40/03 - PRINCIPE

La modification du rapport des vitesses est obtenu en modifiant le rapport des diamètres des circonférences de contact.

40/04 - VARIATEUR À PLATEAU ET GALET SIMPLE



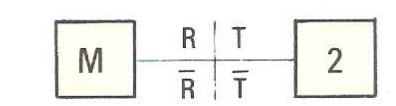
La translation du galet fait varier le diamètre de contact sur le plateau.

- Fonction du ressort (3) ?

☐ ....

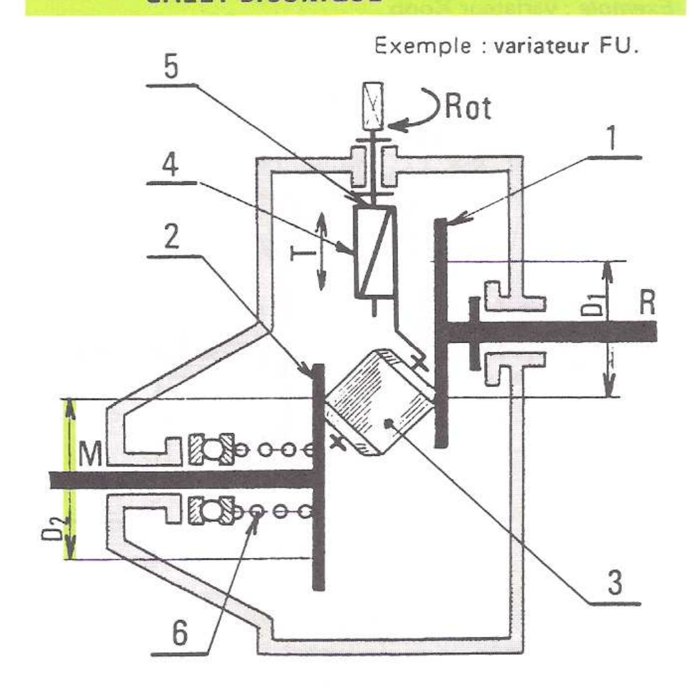
- Liaison entre l'arbre moteur (M) et le galet (2) ?

☐



40/05 - VARIATEUR À PLATEAUX ET GALET BICONIQUE

Exemple : variateur FU.



La translation du galet fait varier les diamètres de contact (D1) et (D2) sur les plateaux.

- En partant de la position du galet sur le schéma; lorsque le galet monte :

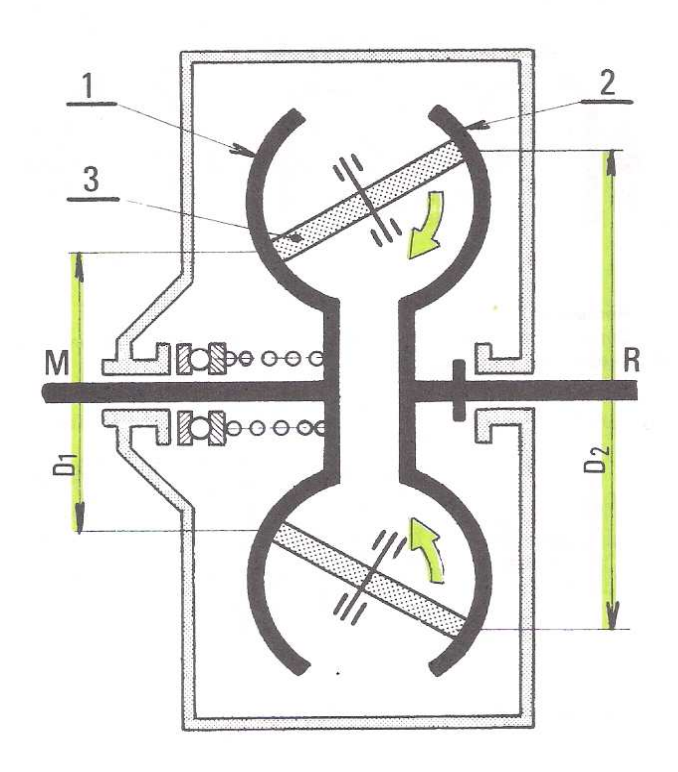
☐ le diamètre (D1) ....

☐ le diamètre (D2) ....

(augmente ou diminue)

40/06 - VARIATEUR À PLATEAUX TORIQUES

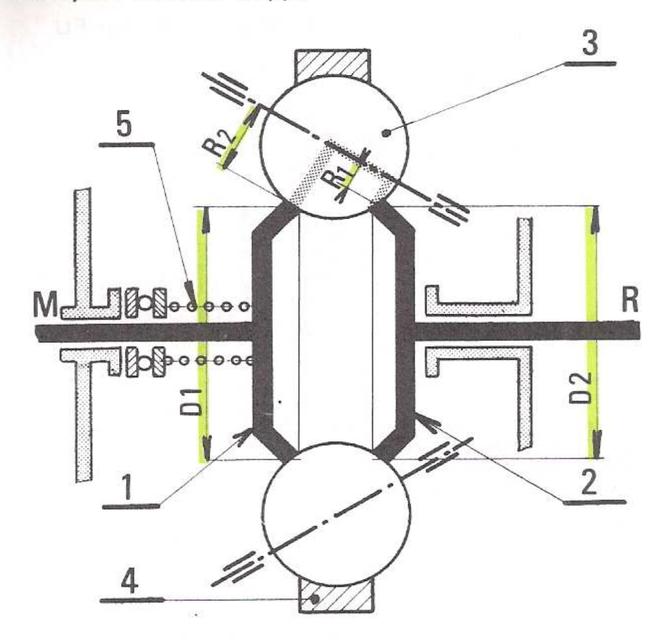
Exemple : variateur Brottby.



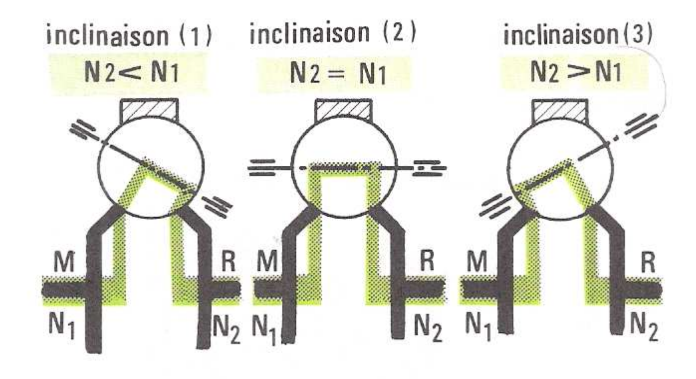
L'inclinaison de l'axe des galets fait varier les diamètres de contact (D1) et (D2) sur les plateaux toriques (1) et (2).

40/07 - VARIATEUR À GALETS SPHÉRIQUES

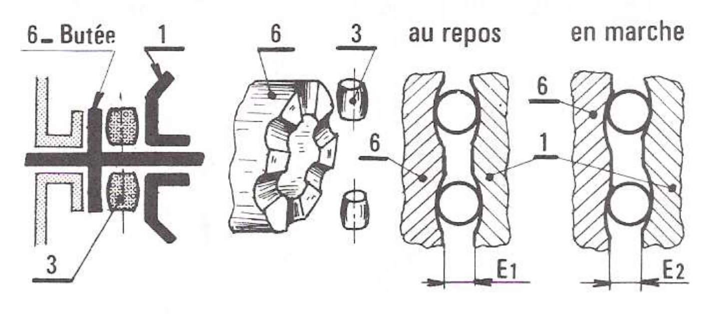
Exemple : variateur Kopp.



- Les plateaux (1) et (2) ont des diamètres égaux et constants : (D1) et (D2).
- L'inclinaison de l'axe des galets fait varier les rayons de contact (R1) et (R2) sur les galets sphériques.
- Le ressort (5) tend à écarter les galets (3). L'anneau rigide (4) s'oppose à cet effet du ressort et maintient les galets en contact avec les plateaux (1) et (2).



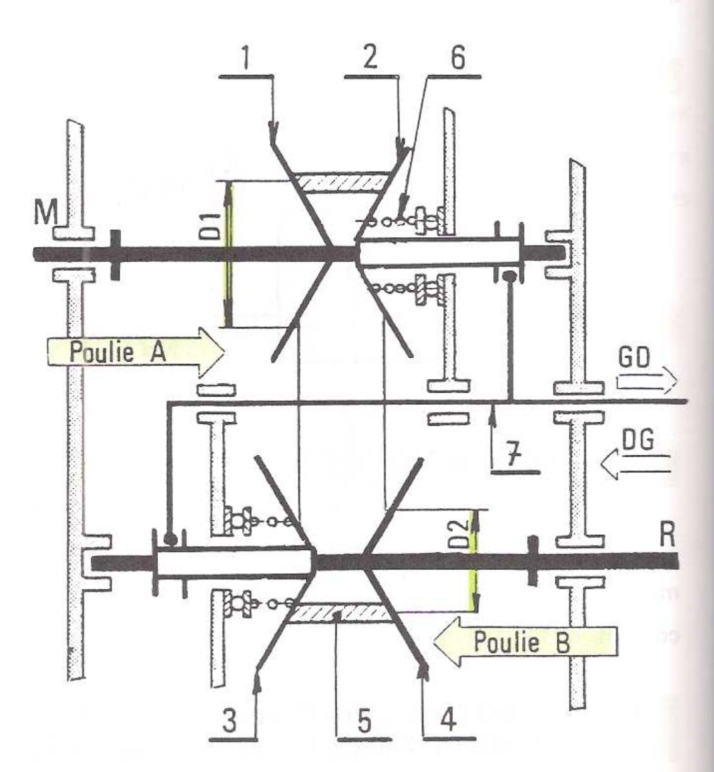
Remarque
Dans certains appareils le ressort est remplacé par un système à rouleaux, sur chaque plateau.



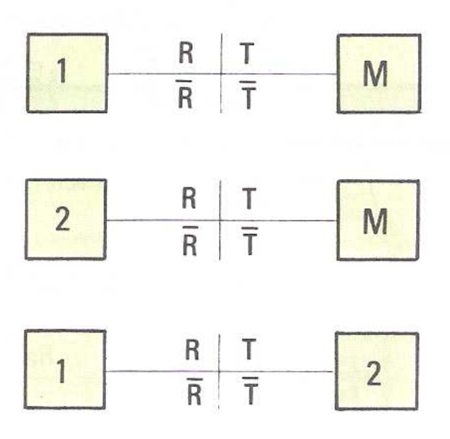
- **Rouleaux :** 2 fonctions — lier en rotation (6) et (1).
  — créer la force pressante.
- **Pendant l'entraînement :** les rouleaux sont coincés entre (1) et (6), ce qui a pour effet de les écarter (E2 > E1); créant ainsi la force pressante.

40/08 - VARIATEUR À POULIES EXTENSIBLES

- L'écartement des flasques (1) - (2) et (3) - (4) fait varier les diamètres de contact (D1 et D2) sur les poulies.
- L'entraînement des poulies s'effectue avec une courroie trapézoïdale, un anneau rigide ou une chaîne crantée.
- La translation de (7) est obtenue soit par un système vis-écrou ou pignon crémaillère.



- Terminez les éléments de circuit ci-dessous



- Lorsque la tige de commande (7) se déplace en translation dans le sens gauche - droite (GD); comment varient les diamètres de contact poulie-courroie ?

☐ Sur la poulie (A), le diamètre (D1) ....

☐ Sur la poulie (B), le diamètre (D2) ....

(diminue ou augmente)

- Fonction des ressorts (6) ?

☐ ....

....

41. ACCOUPLEMENTS

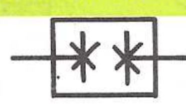
41/01 - FONCTION

Appareils destinés à assurer, en permanence la liaison en rotation entre deux arbres.

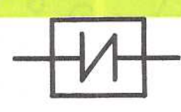
41/02 - SCHÉMA CINÉMATIQUE (Exemples)



Accouplement (symbole général)



Accouplement rigide

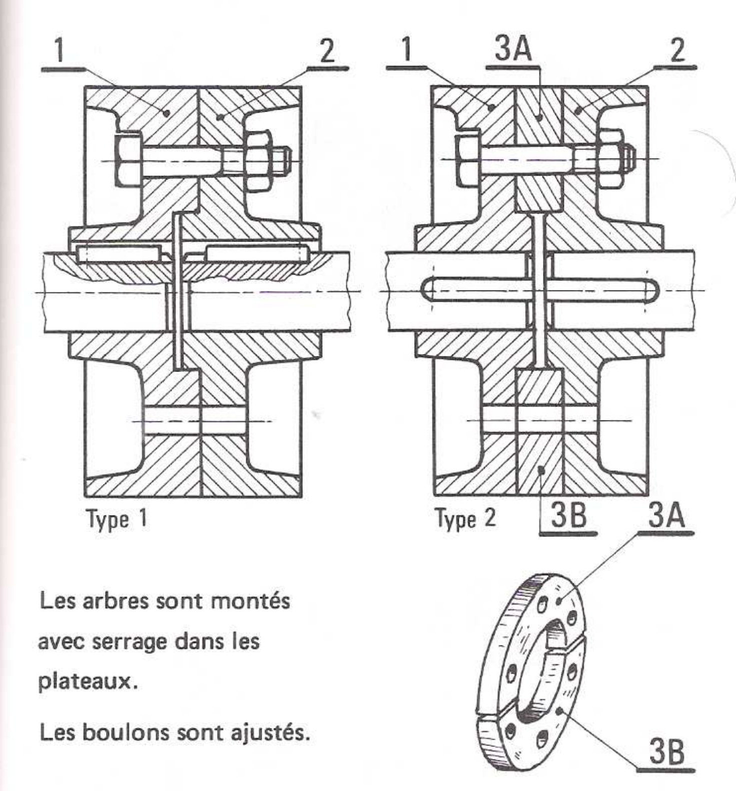


Accouplement élastique

ACCOUPLEMENTS RIGIDES

Aucun mouvement relatif entre les arbres n'est possible. Les arbres doivent être parfaitement alignés.

41/03 - MANCHON À PLATEAU



Les arbres sont montés avec serrage dans les plateaux.

Les boulons sont ajustés.

- Repassez en couleur les surfaces qui participent au centrage des arbres.
- La bague (3A - 3B) assure deux fonctions. Lesquelles ?

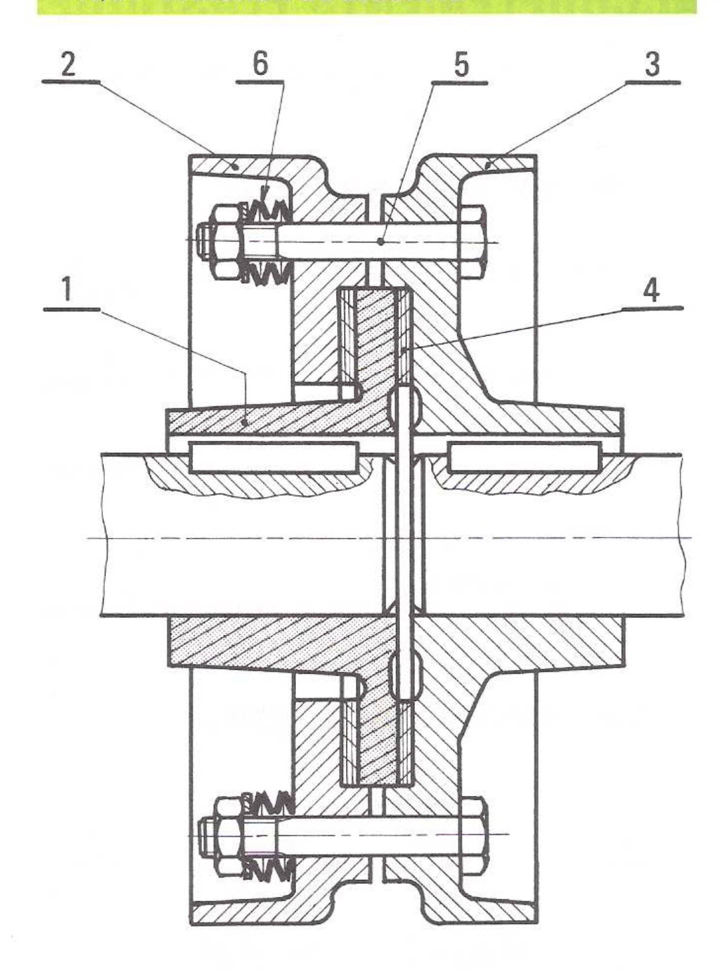
☐ ....

☐ ....

- Les têtes et les extrémités des boulons ne dépassent pas les faces latérales des plateaux; cela satisfait quelle condition ?

☐ ....

41/04 - MANCHON DE SÉCURITÉ



- La liaison entre (1) et l'ensemble (2 -3) est-elle obtenue par obstacle ou par adhérence ?

☐ ....

- Quels sont les éléments qui créent la force pressante nécessaire à l'adhérence ?

☐ ....

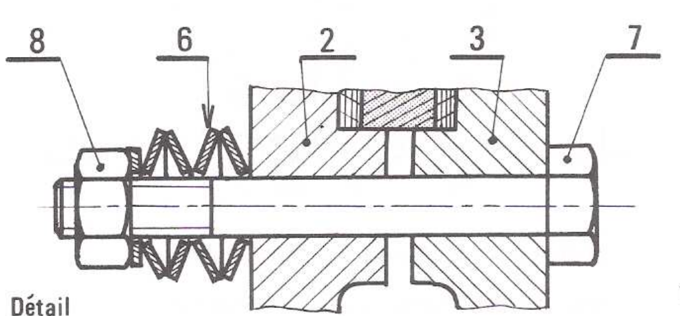
- En cours de fonctionnement, que se passe-t-il si l'arbre récepteur se trouve accidentellement bloqué ?

☐ ....

....

- Comment peut-on faire varier la valeur limite du couple à transmettre ?

☐ ....



Détail

ACCOUPLEMENTS ÉLASTIQUES

Ces appareils permettent un léger déplacement de la position relative des arbres.

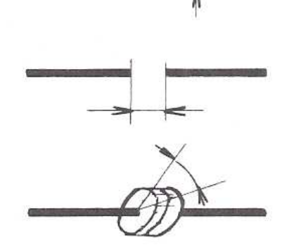
41/05 - DÉPLACEMENTS POSSIBLES

(A) : **Déplacement angulaire**

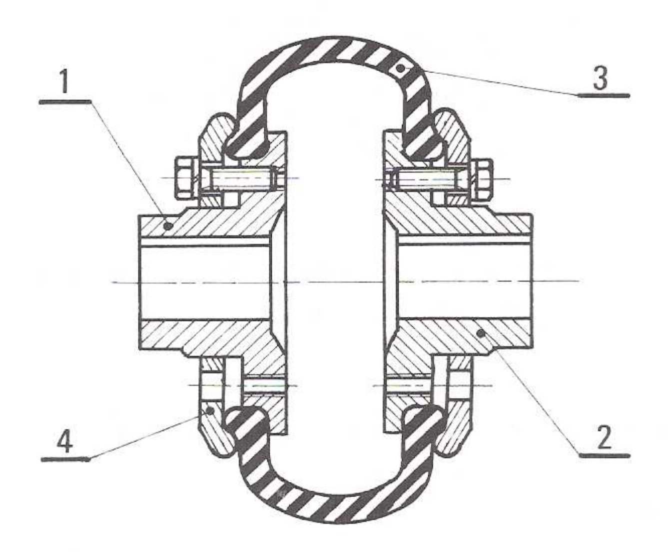


(C) : **Déplacement axial**

(D) : **Décalage angulaire**

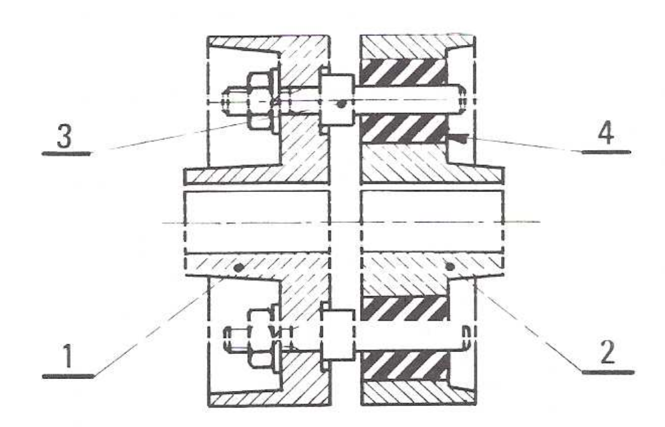


41/06 - MANCHON À GAINE FLEXIBLE



- Permet de grands déplacements angulaires.

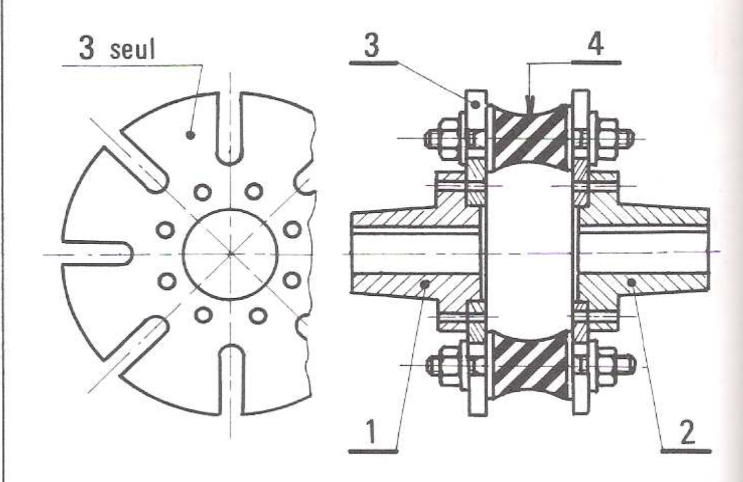
41/07 - MANCHON À BROCHES



Les manchons (4) sont en cuir ou en caoutchouc.

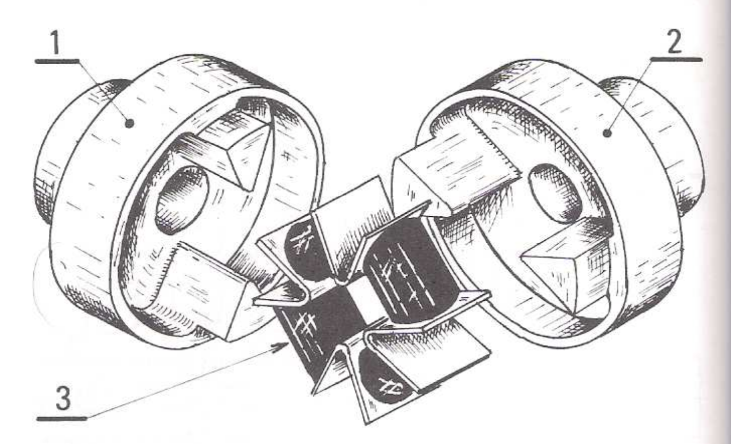
- Permet des déplacements axiaux importants.

41/08 - MANCHON RADIAFLEX



- Permet de désaccoupler rapidement les arbres en démontant les tampons en caoutchouc.

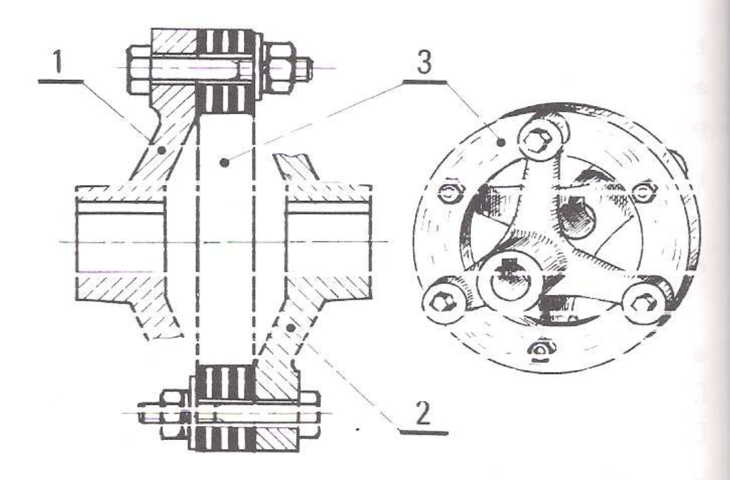
41/09 - MANCHON MINIFLEX



Les blocs (3) sont en caoutchouc.

- Permet des déplacements axiaux importants.

41/10 - FLECTOR

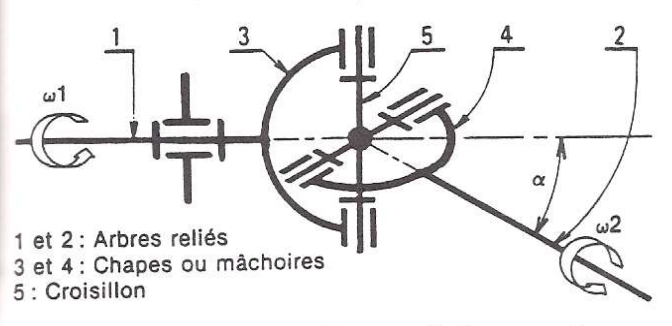


Le disque (3) est en toile caoutchoutée, armée.

- Permet des déplacements angulaires importants. Peut remplacer un cardan.

41/11 - JOINT DE CARDAN

- Permet des déplacements angulaires importants



($\omega 1$) et ($\omega 2$) : vitesses angulaires exprimées en radians par seconde.

INCONVÉNIENT :

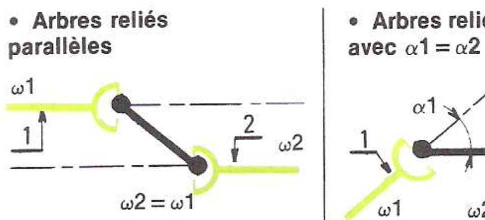
Les vitesses angulaires instantanées ($\omega 1$ et $\omega 2$) ne sont pas les mêmes pour les deux arbres ($\omega 2 \neq \omega 1$).

41/12 - JOINT HOMOCINÉTIQUE

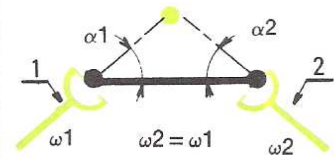
Un joint est dit « homocinétique » lorsque les vitesses angulaires instantanées des arbres reliés sont égales : $\omega 2 = \omega 1$.

La combinaison de deux cardans simples peut donner un joint homocinétique dans deux cas et à condition que les mâchoires des cardans fixés sur (1) et (2) ne soient pas croisées :

- **Arbres reliés parallèles**

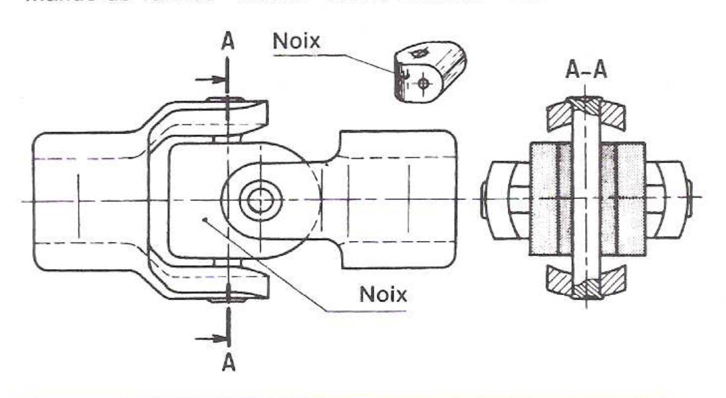


- **Arbres reliés concourants avec $\alpha 1 = \alpha 2$**

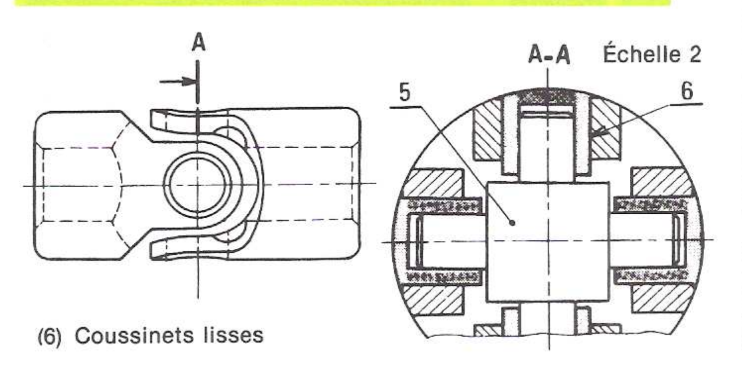


41/13 - JOINT À AXES RIVÉS

Joint très économique - emploi très étendu - utilisé pour commande de vannes - stores - volets roulants - etc.



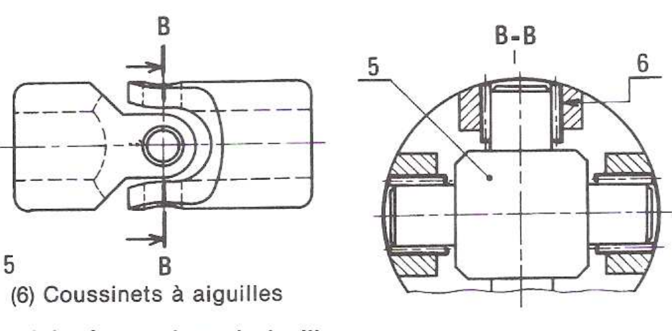
41/14 - JOINT À COUSSINETS LISSES



(6) Coussinets lisses

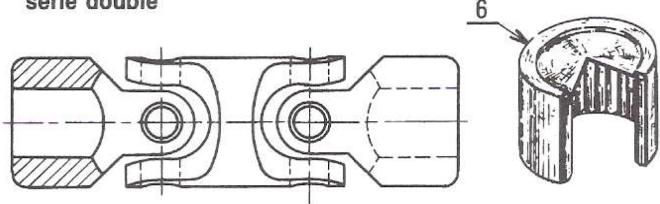
41/15 - JOINT À COUSSINETS À AIGUILLES

Joint de grande précision



(6) Coussinets à aiguilles

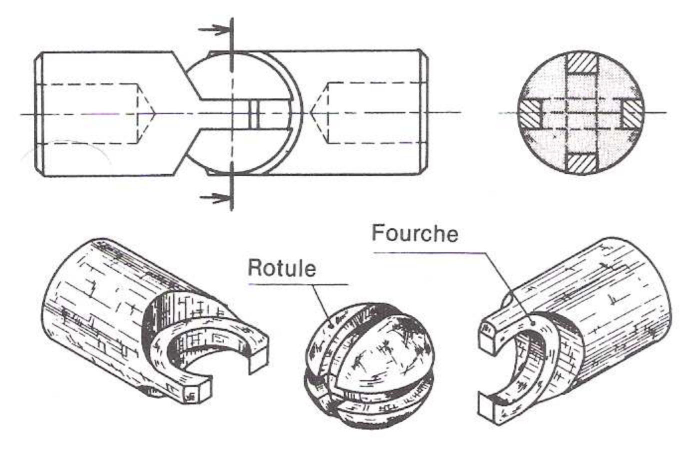
- **Joint à coussinets à aiguilles série double**



Le joint série simple permet un angle de travail maxi de 45°. Le joint série double permet un angle de travail de 90°.

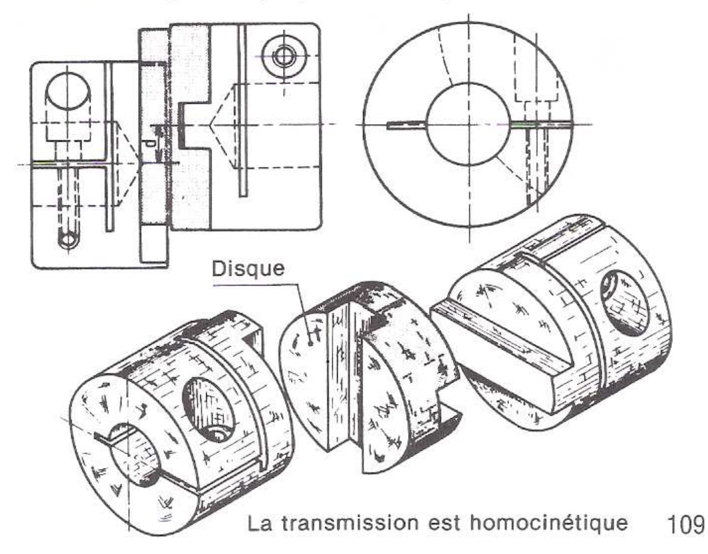
41/16 - JOINT DE CARDAN SPHÉROÏDE

Utilisé pour transmettre des couples élevés, surtout à vitesses lentes.
Nécessite un bon graissage.



41/17 - JOINT D'OLDHAM

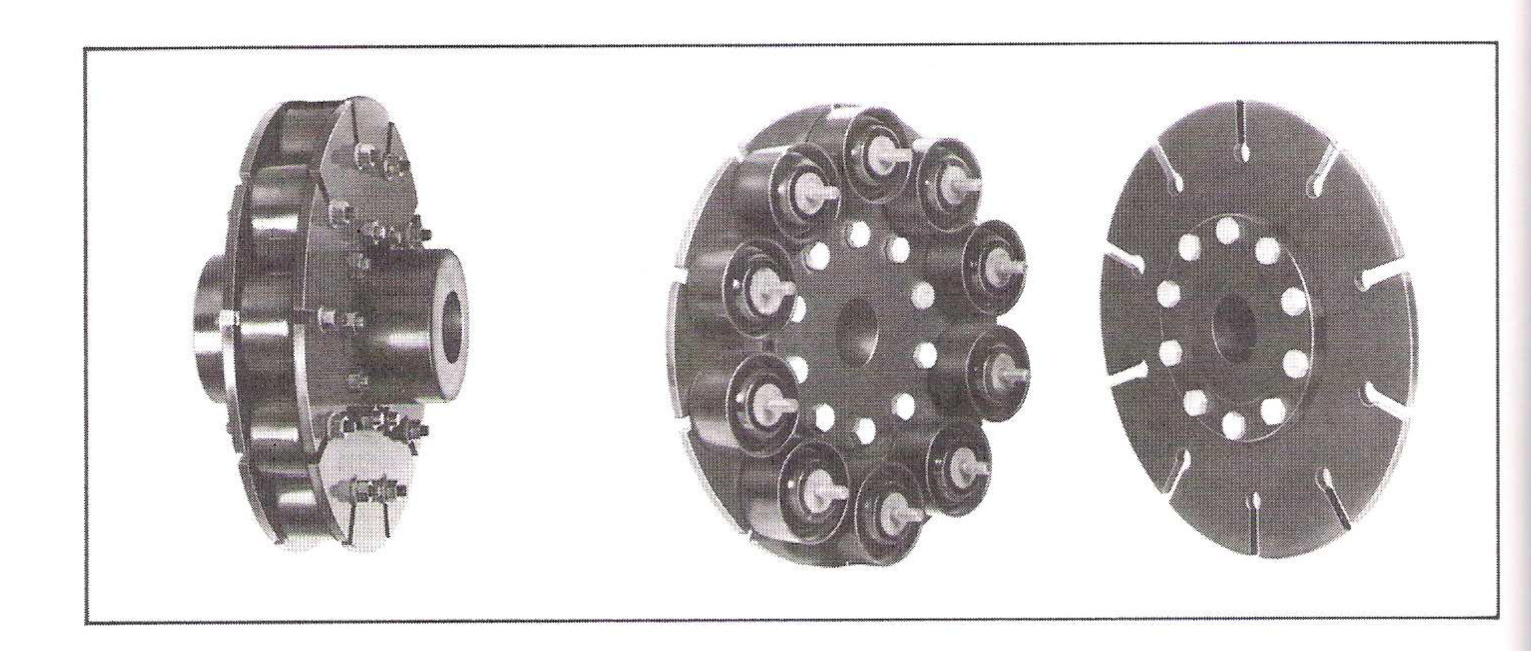
Permet des déplacements radiaux et axiaux faibles. Il est composé de deux moyeux à languette et d'un disque central à deux rainures orthogonales (perpendiculaires).

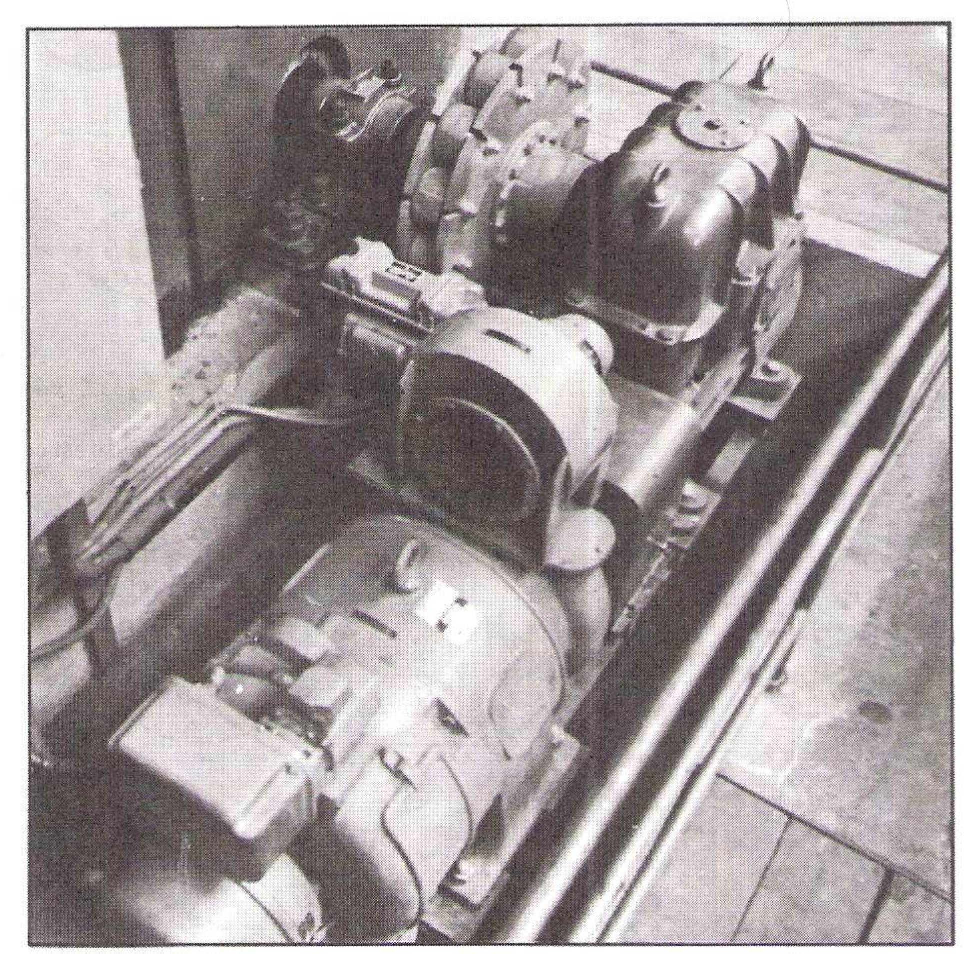


La transmission est homocinétique

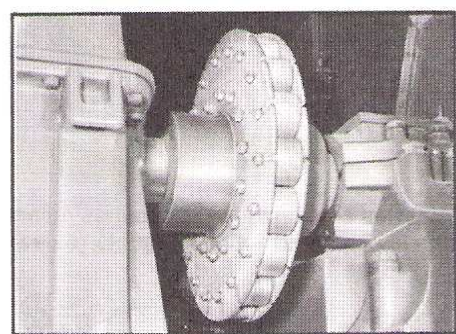
ACCOUPLEMENT ÉLASTIQUE RADIAFLEX ® RTP

Photos **PAULSTRA®**

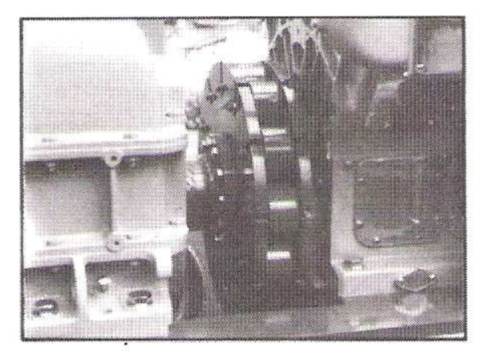




Entraînement de calandre par accouplement «Radiaflex RTP».



Accouplement «Radiaflex RTP» sur arbre de commande P.V. de malaxeur «Banbury».



Accouplement «Radiaflex RTP4-12» entre moteur marin MGO - 12 cylindres et inverseur de marche.

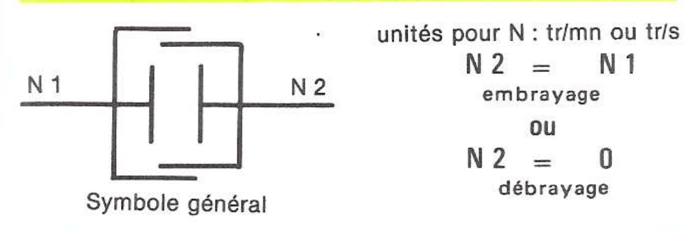
42. EMBRAYAGES

42/01 - FONCTION

Appareils destinés à rendre deux arbres, à volonté :

- solidaires (**embrayage**)
- indépendants (**débrayage**)

42/02 - SCHÉMA CINÉMATIQUE

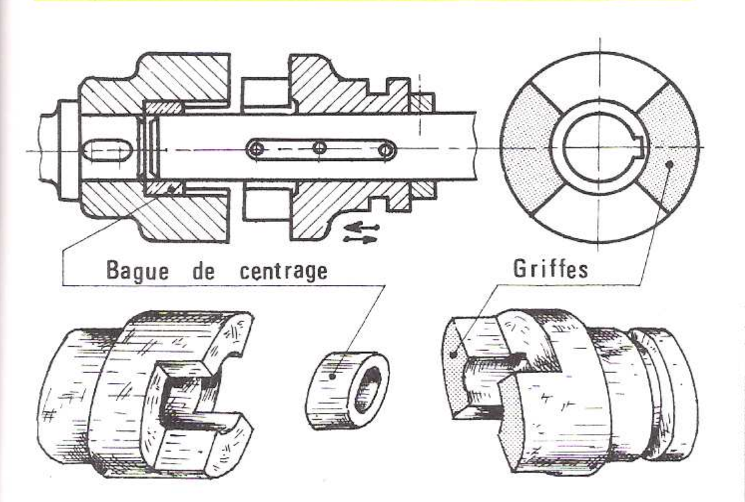


unités pour N : tr/mn ou tr/s

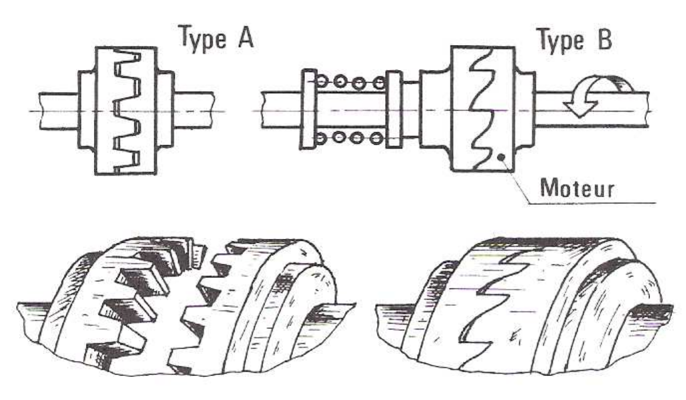
N 2 = N 1
embrayage
ou
N 2 = 0
débrayage

EMBRAYAGES INSTANTANÉS

42/03 - EMBRAYAGES À GRIFFES



42/04 - EMBRAYAGES À DENTS



- Quelle remarque peut-on faire sur l'embrayage à dents du type (B) ?

☐ ....

- Les embrayages à griffes et à dents peuvent-ils être manœuvrés en marche ?

☐ .... (oui ou non)

EMBRAYAGES PROGRESSIFS

42/05 - AVANTAGES

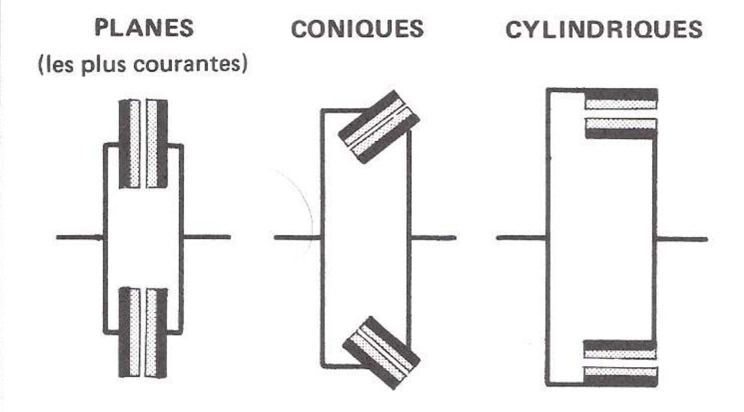
- La manœuvre peut-être effectuée en marche.
- L'entraînement de la transmission est progressif.

42/06 - CONSTRUCTION

Un embrayage progressif comprend :

- des éléments présentant une surface de friction.
- un système de commande provoquant une force pressante.

42/07 - FORMES DES SURFACES DE FRICTION



42/08 - LES GARNITURES DE FRICTION

- **Conditions à satisfaire**

— Important cœfficient de frottement.
— Grande résistance à l'usure et à l'échauffement.

- **Matériau utilisé**

Le plus courant est le «ferodo»; tissu d'amiante armé de fil de cuivre fixé sur les éléments de l'embrayage par rivetage ou collage.

Nous trouvons également des garnitures métalliques (acier - fonte - bronze) travaillant dans l'huile ou à sec.

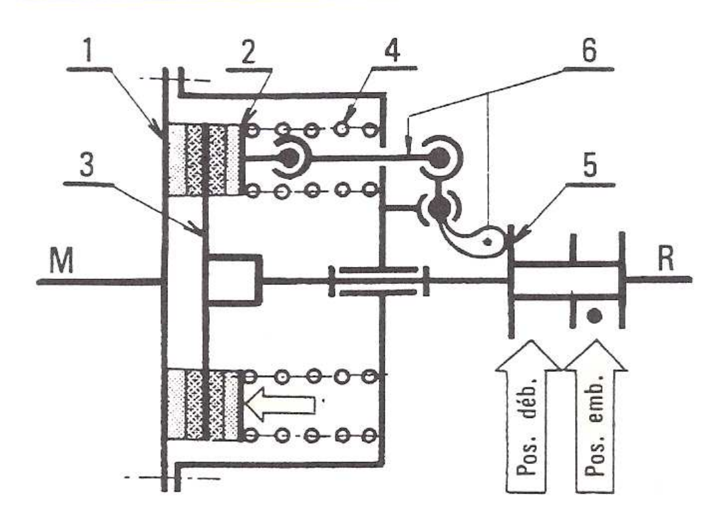
Remarque :

Les garnitures doivent être protégées efficacement contre la présence accidentelle d'un lubrifiant.

Lorsque l'embrayage doit être manœuvré fréquemment, les garnitures baignent parfois dans l'huile. Il est alors nécessaire d'augmenter le nombre des surfaces de contact pour compenser la diminution du coefficient de frottement.

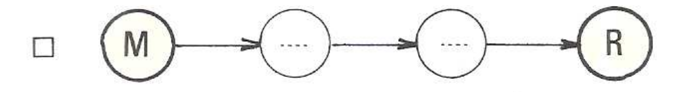
Exemple : *Embrayage à friction plane à disques multiples voir chapitre 42/10.*

42/09 - EMBRAYAGE À FRICTION PLANE – MONODISQUE

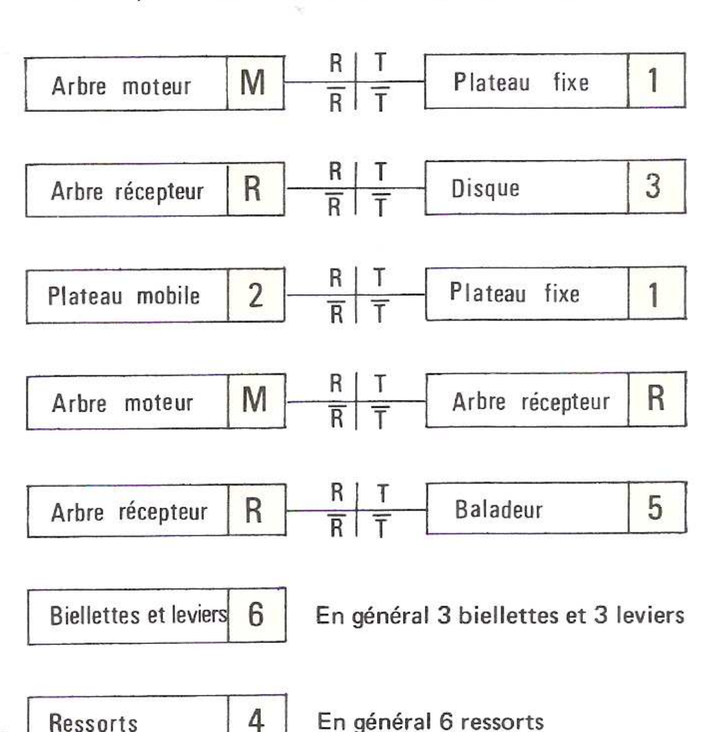


- **Position embrayée :** position du schéma ci-dessus.
  Les ressorts (4) s'appuyent sur (1) et poussent le plateau mobile (2). Le disque (3) est serré entre (1) et (2).
- **Position débrayée :**
  Le baladeur (5) est poussé vers la gauche. Les biellettes et les leviers (6) tirent sur (2) et compriment les ressorts (4). Le disque (3) est libéré.

- Lorsque l'embrayage est en position embrayée le mouvement de rotation est transmis de (M) à (R) par l'intermédiaire des éléments suivants :

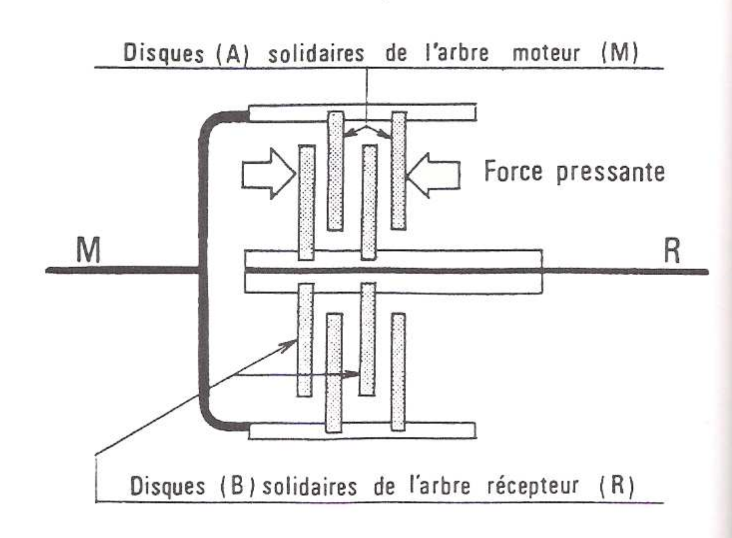
□ 

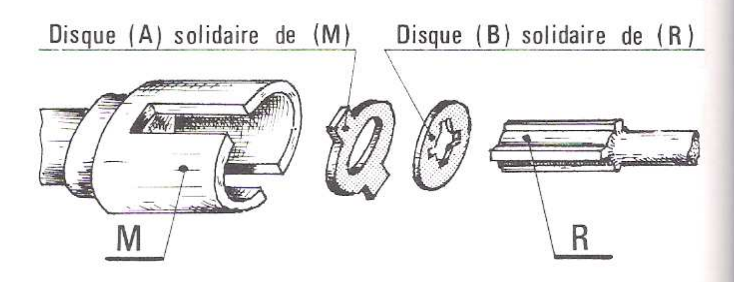
- Sans tenir compte des positions «débrayée» et «embrayée» mais seulement des déplacements possibles et liaisons, terminez les éléments de circuit ci-dessous.



42/10 - EMBRAYAGE À FRICTION PLANE – DISQUES MULTIPLES

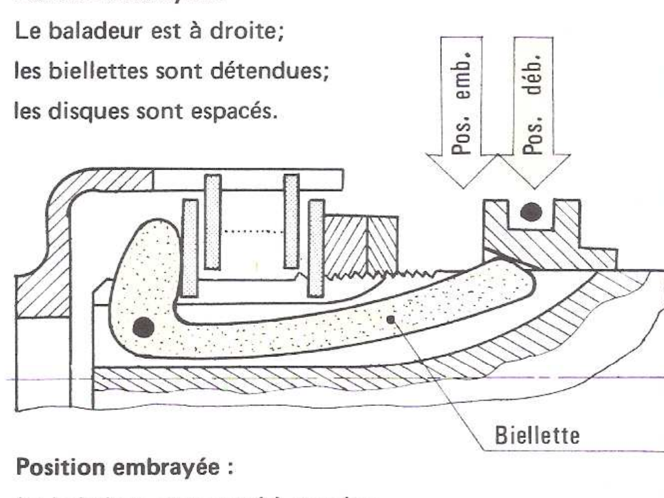
- **LES DISQUES** - 6 à 10 couples.



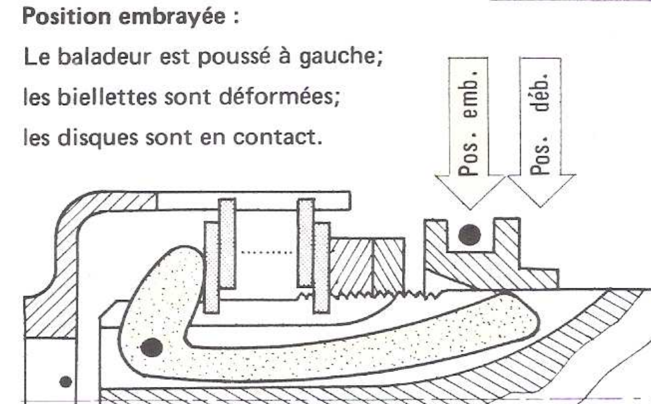


- **SYSTÈME PRESSEUR.** *Exemple :*
  La pression sur les disques est obtenue par la déformation élastique de plusieurs biellettes.

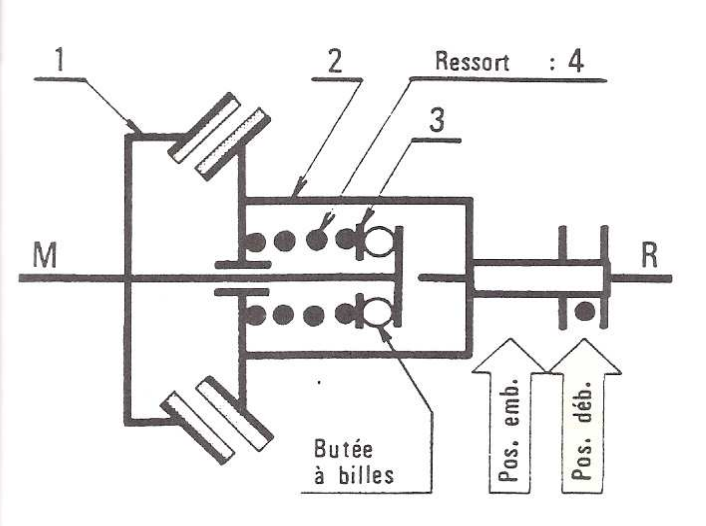
Position débrayée :
Le baladeur est à droite;
les biellettes sont détendues;
les disques sont espacés.



Position embrayée :
Le baladeur est poussé à gauche;
les biellettes sont déformées;
les disques sont en contact.



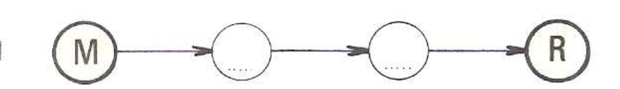
42/11 - EMBRAYAGE À FRICTION CONIQUE – CÔNE DIRECT



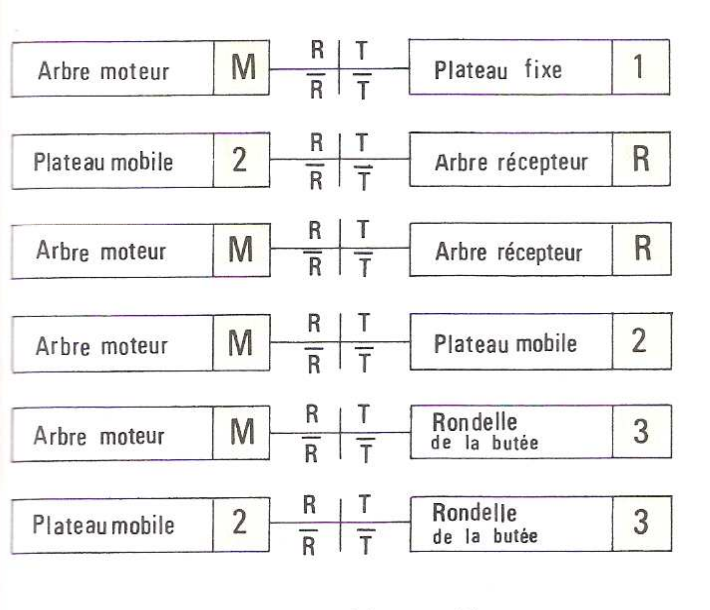
- **Position débrayée :** position du schéma ci-dessus :
  Le plateau mobile (2) est tiré vers la droite. Le ressort (4) est comprimé.

- **Position embrayée :**
  Le plateau mobile (2) est poussé par le ressort (4) contre le plateau fixe (1).

- Lorsque l'embrayage est en position embrayée, le mouvement de rotation est transmis de (M) à (R) par l'intermédiaires des éléments suivants :

☐ 

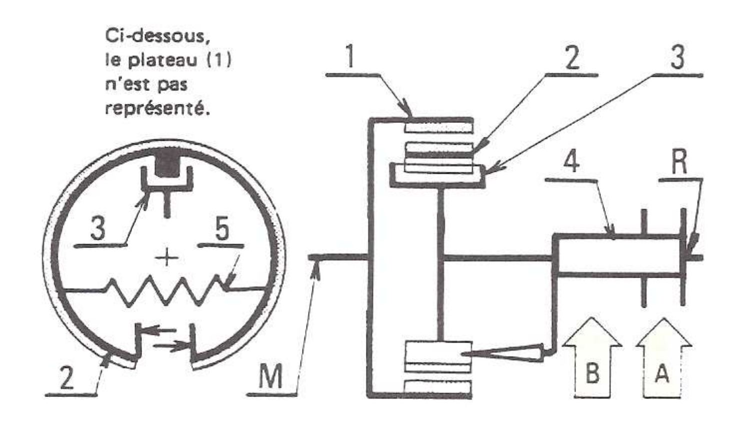
- Sans tenir compte des positions «débrayée» et «embrayée» mais seulement des déplacements possibles et liaisons, terminez les éléments de circuit ci-dessous.



- La liaison en rotation de (2) avec (3) est obtenue par l'intermédiaire de quelle pièce ?

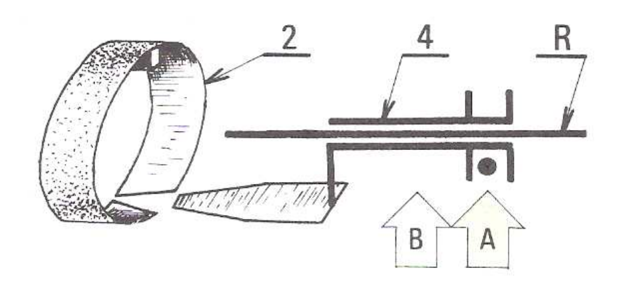
☐ ....

42/12 - EMBRAYAGE À FRICTION CYLINDRIQUE



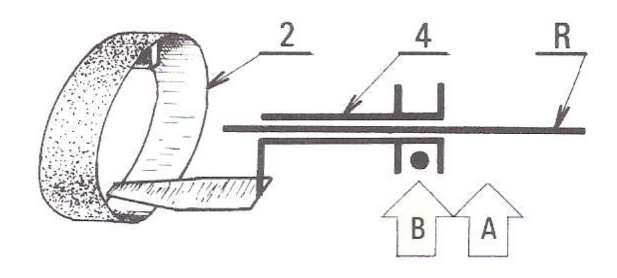
M — Arbre moteur	4 — Baladeur de commande avec le coin
R — Arbre récepteur	
1 — Plateau	5 — Ressort de rappel
2 — Anneau extensible	A — Position débrayée
3 — Manchon	B — Position embrayée

- **POSITION DÉBRAYÉE - position (A)**



– Le coin libère l'anneau extensible (2).
– L'anneau extensible (2) est refermé.
– Les surfaces de friction ne sont pas en contact.

- **POSITION EMBRAYÉE - position (B)**



– Le coin est enfoncé dans l'anneau extensible (2).
– L'anneau extensible (2) est écarté (ouvert).
– Les surfaces de friction sont en contact.

- Lorsque l'embrayage est en position embrayée, le mouvement de rotation est transmis de (M) à (R) par l'intermédiaire des éléments suivants :



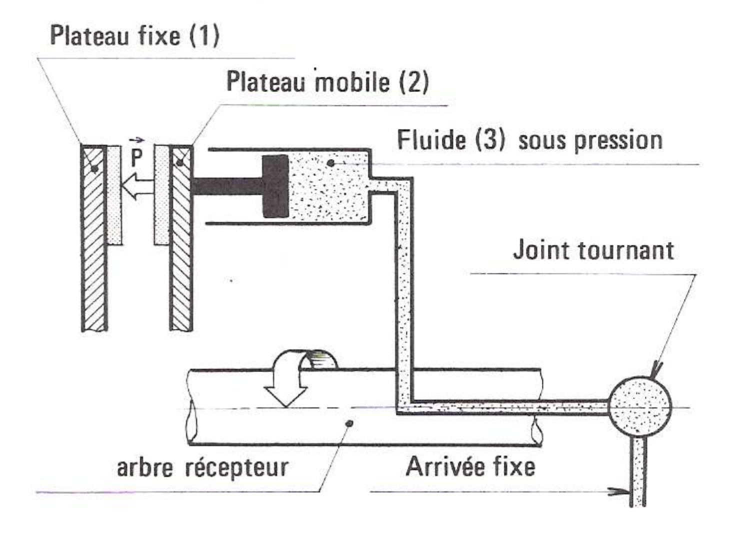
42/13 - SYSTÈMES DE COMMANDE

- **COMMANDE MÉCANIQUE**

Force pressante obtenue par déformation d'éléments élastiques (ressorts, rondelles bellevilles, biellettes etc...).
Voir 42/9 — 42/10 — 42/11 — 42/12.

Cette commande nécessite le déplacement en translation d'un baladeur sur l'arbre récepteur.

- **COMMANDE HYDRAULIQUE**



La force pressant (P) est obtenue lorsque le fluide (3) est sous pression.

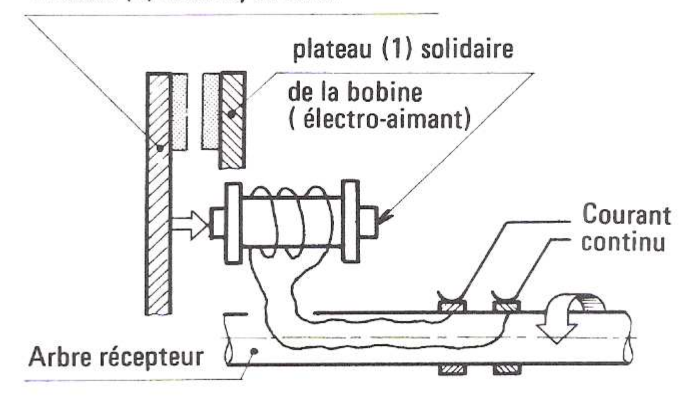
Avantages :

Pression facilement réglable. Très bonne progressivité.

Inconvénient :

Étanchéité difficile à réaliser.

- **COMMANDE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE**



Lorsque le courant électrique — continu — traverse la bobine, le plateau (2) , en acier, est attiré par l'électro-aimant. La progressivité est obtenue en faisant varier l'intensité du courant au moyen d'un rhéostat.

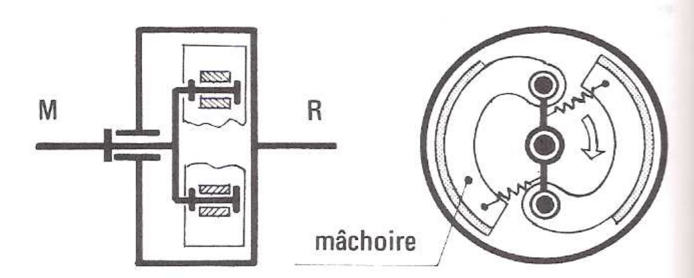
Avantage :

Commande possible à distance.

42/14 - EMBRAYAGES CENTRIFUGES

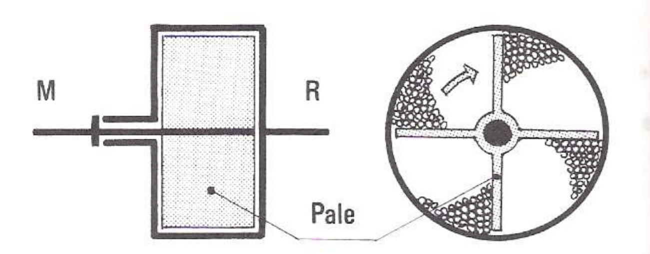
- Aucun dispositif d'embrayage ni de débrayage.
- L'embrayage n'est assuré que lorsque l'arbre moteur atteint une vitesse déterminée.
- **Principe** : Utilisation de la force d'inertie centrifuge pour créer la force d'adhérence entre les surfaces de friction.

EMBRAYAGE A MACHOIRES



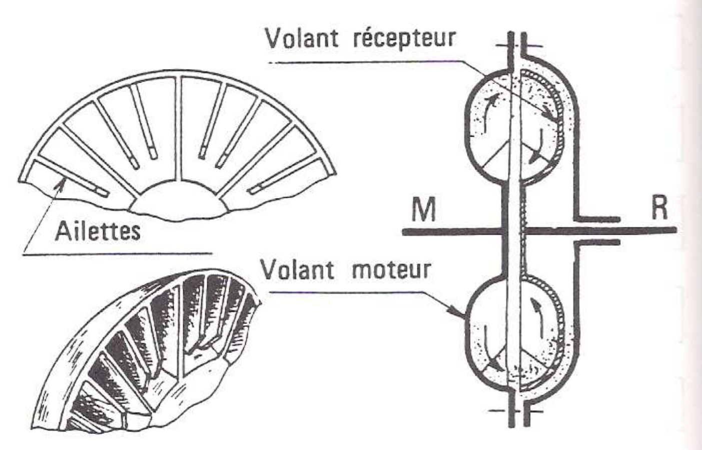
A faible vitesse, les ressorts tarés, rappellent les mâchoires vers le centre — (débrayage).

EMBRAYAGE A BILLES



- A faible vitesse, les billes sont poussées par les pales.
- A grande vitesse la masse des billes, plaquées contre le plateau, fait obstacle aux pales et entraîne l'arbre récepteur.

42/15 - COUPLEUR HYDRAULIQUE



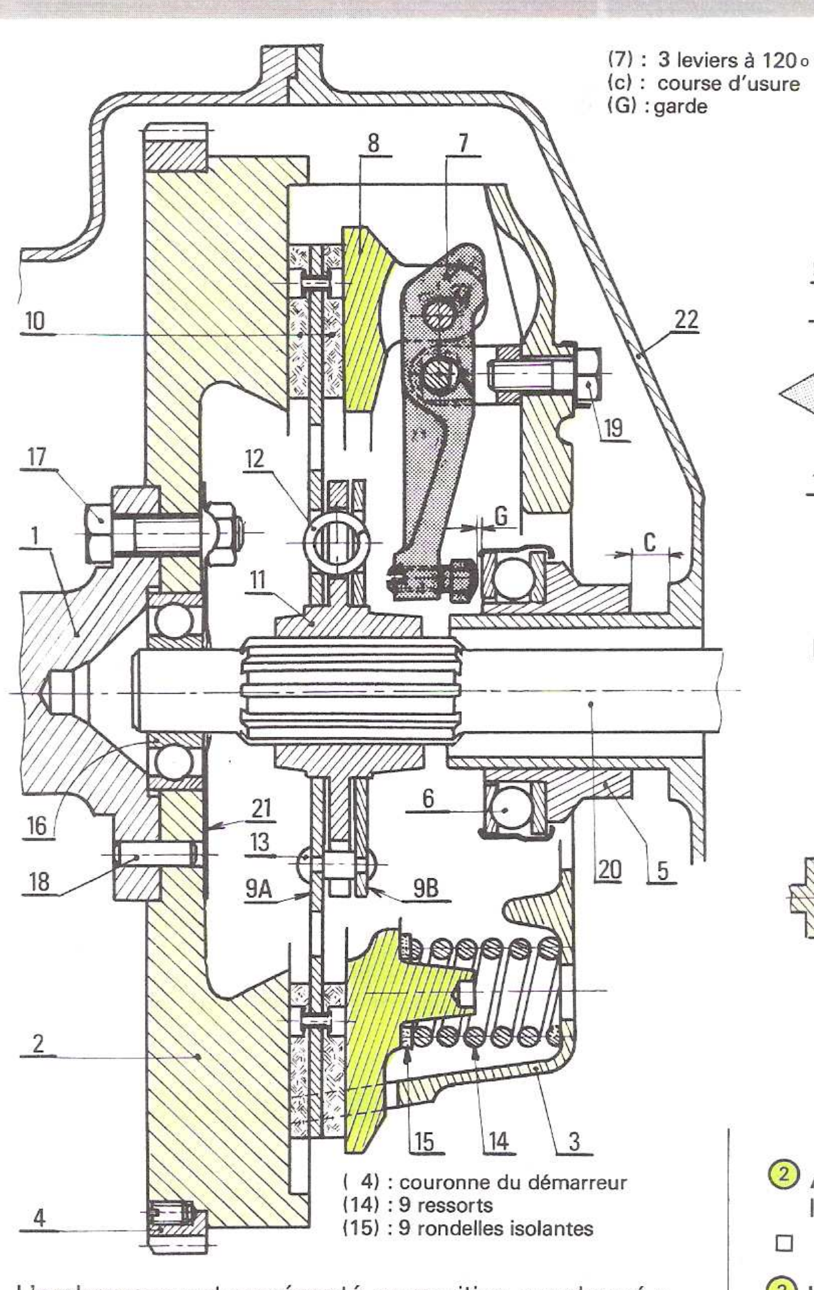
Constitution :

- Un volant moteur et un volant récepteur de forme mi-torique munis d'ailettes planes;
- l'intérieur renferme environ 30 % d'huile.

Fonctionnement :

Le volant moteur en tournant entraîne l'huile qui, par la force d'inertie centrifuge se trouve projetée contre les ailettes du volant récepteur. Le volant récepteur fonctionne alors comme une turbine

42/16 - EMBRAYAGE SIMPLIFIÉ D'AUTOMOBILE



L'embrayage est représenté en position « embrayé » - schéma (1). Le volant (2) est solidaire du vilebrequin (1) du moteur. Le plateau (3) est lié au volant.

Fonctionnement :

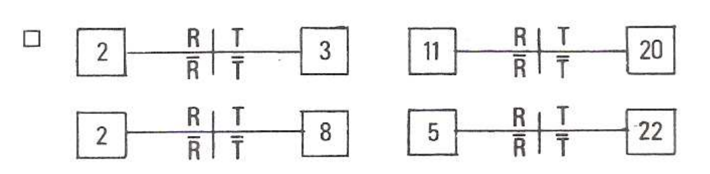
- Le manchon (5) commandé par une fourchette (F), non représentée, pousse la butée à billes (6) contre les 3 leviers (7). Ces leviers articulés écartent le plateau mobile (8) et libèrent ainsi l'ensemble : disques (9 A/ 9 B), les garnitures (10) et le moyeu (11).

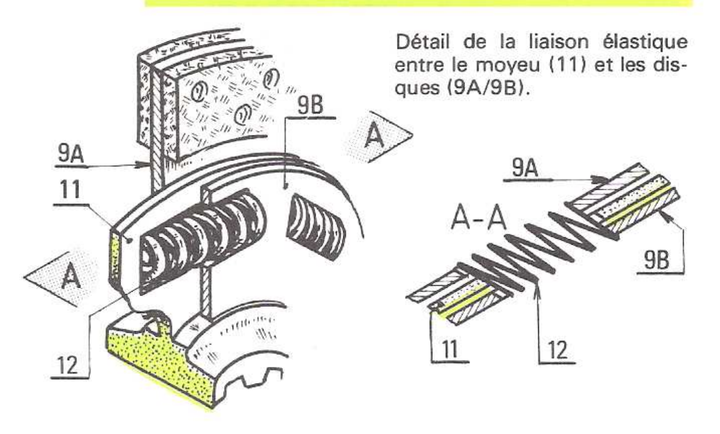
- La fourchette (F) - voir schémas - est commandée soit mécaniquement à l'aide d'une tringlerie reliée à la pédale ou commandée par un circuit hydraulique analogue à celui des freins.

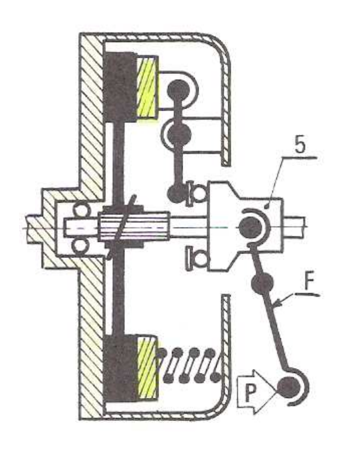
- Le moyeu du disque (11) comporte 8 ressorts hélicoïdaux (12) qui se déforment lorsque l'embrayage est sollicité brusquement. Ils amortissent les chocs qui risqueraient d'endommager la transmission.

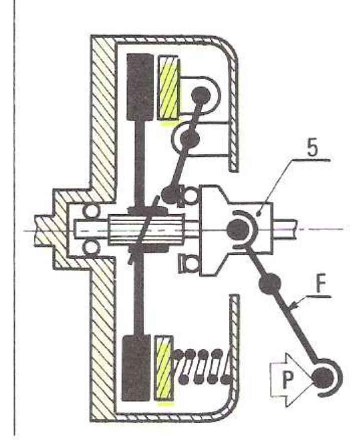
① Sans tenir compte des positions « embrayé » ou « débrayé », mais seulement des déplacements possibles et des liaisons, terminez les éléments de circuit ci-dessous :

□









② Après étude des chapitres 42/09 à 42/12, définissez le type de cet embrayage ?

□ ....

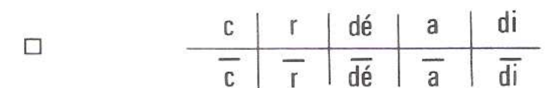
③ L'embrayage en position « embrayé », quelle est la suite des liaisons entre le vilebrequin (1) et l'arbre récepteur (20) ?

□



④ Définissez sur le graphe ci-dessous, les caractéristiques de la liaison entre les disques (9A/9B) et le moyeu (11) ?

□



⑤ Au démarrage, le frottement des garnitures contre le volant (2) et le plateau (8) échauffe fortement ces éléments. Pourquoi a-t-on placé sous chaque ressort (14) une rondelle isolante thermique (15) ?

□ ....

....

⑥ Lorsque les garnitures s'usent, la course (c) augmente-t-elle ou diminue-t-elle ?

□ .... (augmente/diminue)

⑦ Que se passe-t-il lorsque c = O ?

□ ....

....

43. FREINS

43/01 - FONCTION

Appareils destinés à ralentir et arrêter le mouvement d'un mécanisme.

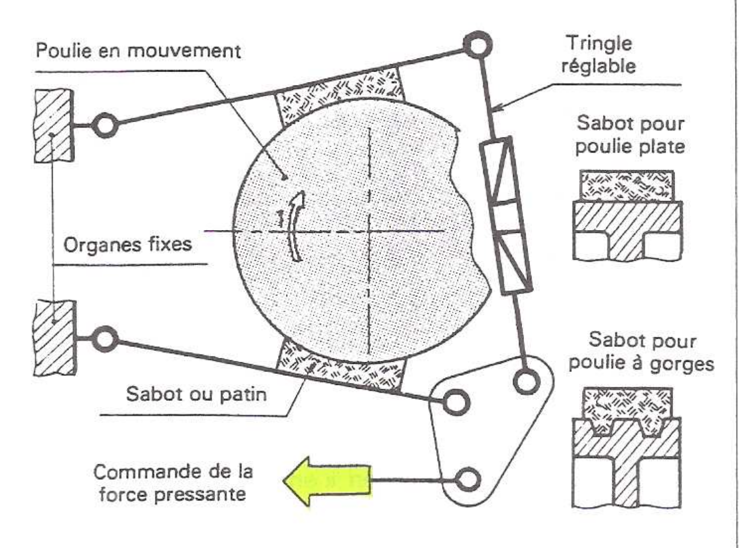
43/02 - CONSTRUCTION

Un frein comprend :

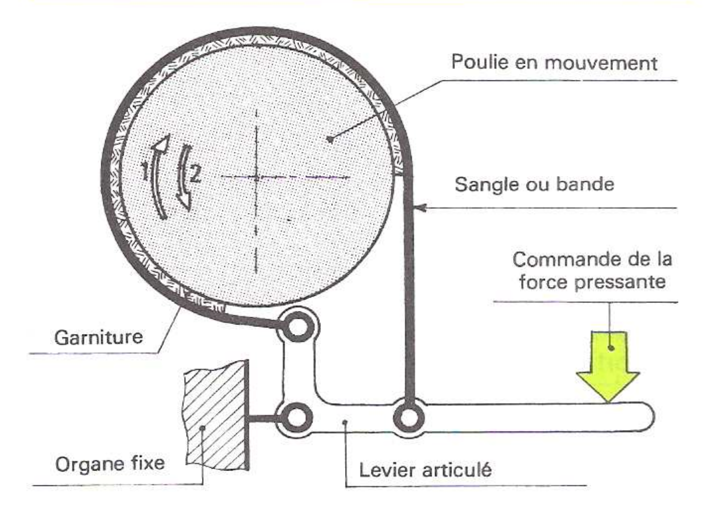
- un organe solidaire de la masse en mouvement ;
- un frotteur solidaire d'un organe fixe ;
- un mécanisme de commande de la force pressante.

43/03 - FREINS À SABOTS

Les freins les plus courants sont à deux sabots :



43/04 - FREINS À SANGLE

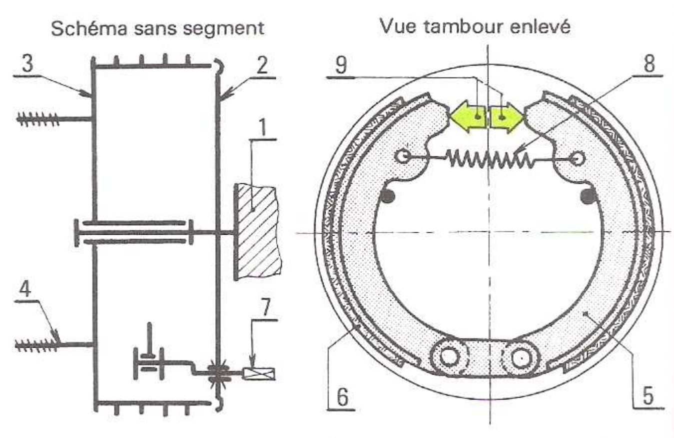


La sangle ou bande porte une garniture.

- Les freins à sabots et à sangle sont surtout utilisés pour freiner la descente d'une charge sur un appareil de levage.

43/05 - FREINS À TAMBOUR

□ EXEMPLE : frein d'automobile.



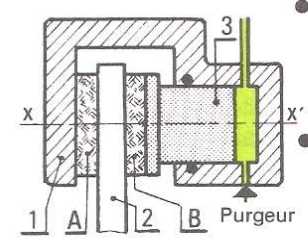
1. Essieu fixe.
2. Flasque-plateau de frein.
3. Tambour de frein en fonte perlitique.
4. Goujons de fixation de la roue.
5. Deux segments articulés solidaires de l'essieu fixe. Axes réglables.
6. Garniture en matière de friction avec fils de laiton. Coefficient de frottement élevé : 0,35 à 0,40.
7. Dispositif de réglage des segments par excentrique.
8. Ressort de rappel.
9. Force pressante.

□ CRITIQUES

- La chaleur due au frottement est difficile à évacuer. L'échauffement déforme le tambour et les segments ; le freinage devient moins efficace.
- Freinage très puissant pour un effort modéré sur la pédale de frein.

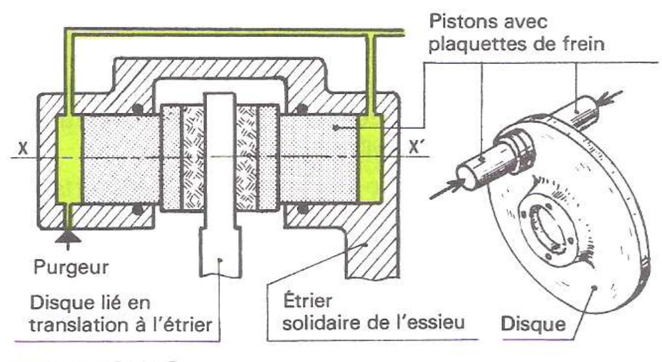
43/06 - FREINS À DISQUE

□ UN PISTON



- Le plan axial de profil du disque (2) étant fixe, pour compenser l'usure de la plaquette (A), solidaire de l'étrier (1), celui-ci doit pouvoir se déplacer librement suivant l'axe (xx'). L'étrier est donc monté « flottant ».
- Dans le cas du frein à deux pistons (ci-dessous), l'usure est symétrique par rapport au disque ; les pistons compensent les jeux. La liaison entre l'étrier et l'essieu est alors «complète».

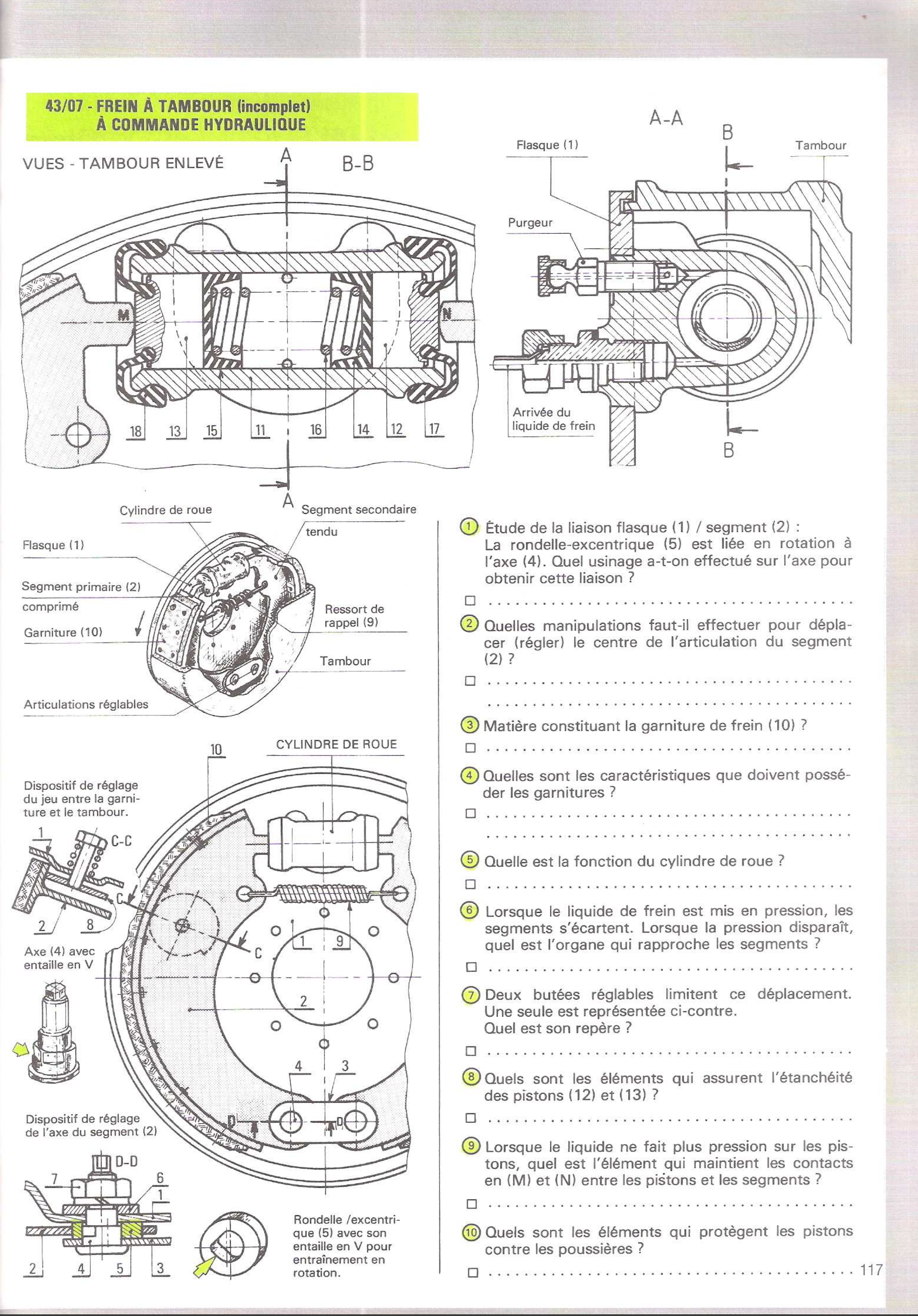
□ DEUX PISTONS



□ CRITIQUES

- La chaleur due au frottement est facilement évacuée, le disque présentant une grande surface en contact avec l'air libre. L'échauffement ne déforme pas le disque.
- Pour obtenir un serrage puissant, il est nécessaire d'utiliser un servo-frein.
- Le freinage est progressif.

43/07 - FREIN À TAMBOUR (incomplet) À COMMANDE HYDRAULIQUE



① Étude de la liaison flasque (1) / segment (2) : La rondelle-excentrique (5) est liée en rotation à l'axe (4). Quel usinage a-t-on effectué sur l'axe pour obtenir cette liaison ?

☐ . . . .

② Quelles manipulations faut-il effectuer pour déplacer (régler) le centre de l'articulation du segment (2) ?

☐ . . . .

. . . .

③ Matière constituant la garniture de frein (10) ?

☐ . . . .

④ Quelles sont les caractéristiques que doivent posséder les garnitures ?

☐ . . . .

. . . .

⑤ Quelle est la fonction du cylindre de roue ?

☐ . . . .

⑥ Lorsque le liquide de frein est mis en pression, les segments s'écartent. Lorsque la pression disparaît, quel est l'organe qui rapproche les segments ?

☐ . . . .

⑦ Deux butées réglables limitent ce déplacement. Une seule est représentée ci-contre. Quel est son repère ?

☐ . . . .

⑧ Quels sont les éléments qui assurent l'étanchéité des pistons (12) et (13) ?

☐ . . . .

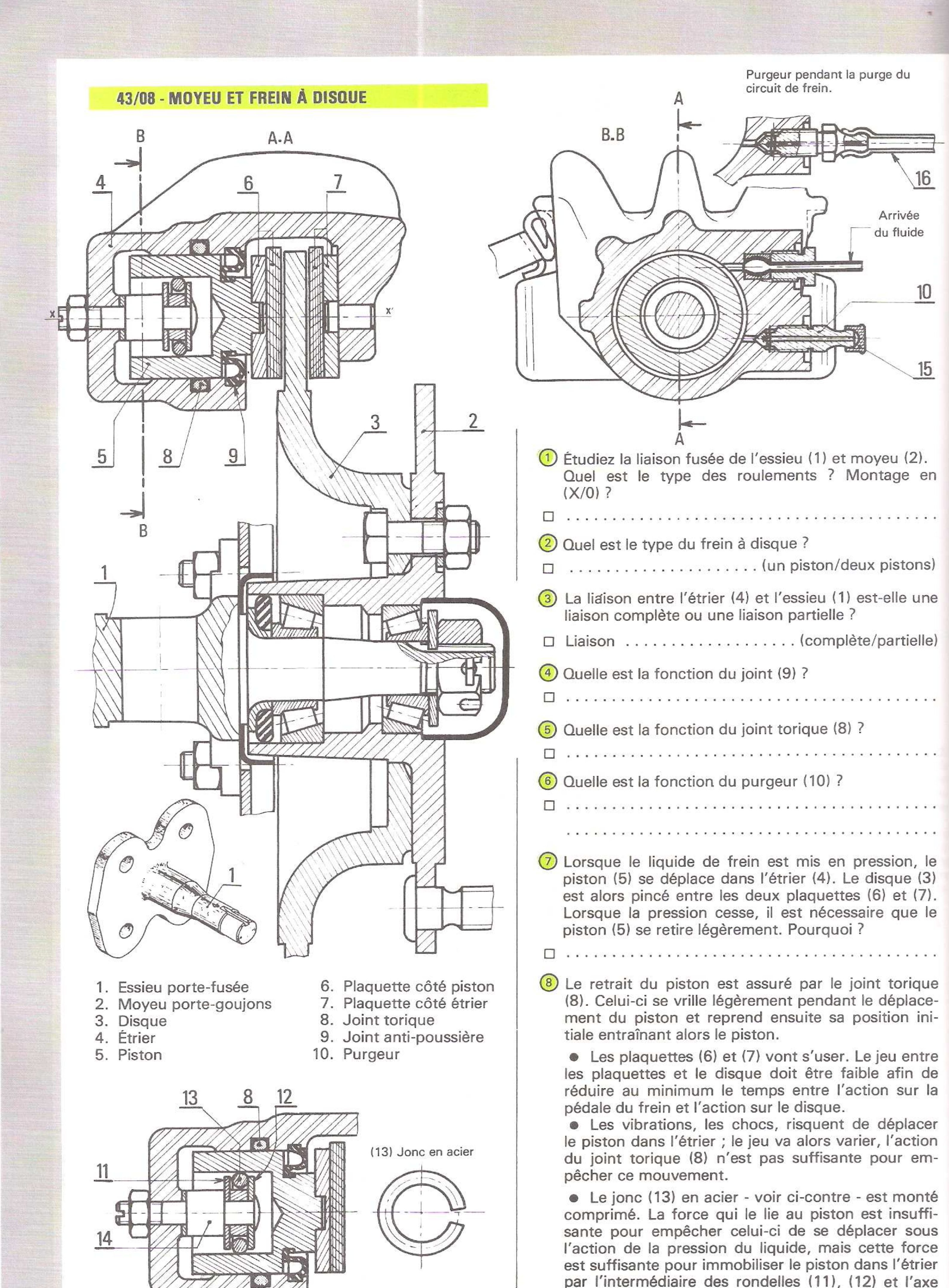
⑨ Lorsque le liquide ne fait plus pression sur les pistons, quel est l'élément qui maintient les contacts en (M) et (N) entre les pistons et les segments ?

☐ . . . .

⑩ Quels sont les éléments qui protègent les pistons contre les poussières ?

☐ . . . .

43/08 - MOYEU ET FREIN À DISQUE



1. Essieu porte-fusée
2. Moyeu porte-goujons
3. Disque
4. Étrier
5. Piston
6. Plaquette côté piston
7. Plaquette côté étrier
8. Joint torique
9. Joint anti-poussière
10. Purgeur

① Étudiez la liaison fusée de l'essieu (1) et moyeu (2). Quel est le type des roulements ? Montage en (X/0) ?

☐ . . . .

② Quel est le type du frein à disque ?

☐ . . . . (un piston/deux pistons)

③ La liaison entre l'étrier (4) et l'essieu (1) est-elle une liaison complète ou une liaison partielle ?

☐ Liaison . . . . (complète/partielle)

④ Quelle est la fonction du joint (9) ?

☐ . . . .

⑤ Quelle est la fonction du joint torique (8) ?

☐ . . . .

⑥ Quelle est la fonction du purgeur (10) ?

☐ . . . .

. . . .

⑦ Lorsque le liquide de frein est mis en pression, le piston (5) se déplace dans l'étrier (4). Le disque (3) est alors pincé entre les deux plaquettes (6) et (7). Lorsque la pression cesse, il est nécessaire que le piston (5) se retire légèrement. Pourquoi ?

☐ . . . .

⑧ Le retrait du piston est assuré par le joint torique (8). Celui-ci se vrille légèrement pendant le déplacement du piston et reprend ensuite sa position initiale entraînant alors le piston.

● Les plaquettes (6) et (7) vont s'user. Le jeu entre les plaquettes et le disque doit être faible afin de réduire au minimum le temps entre l'action sur la pédale du frein et l'action sur le disque.

● Les vibrations, les chocs, risquent de déplacer le piston dans l'étrier ; le jeu va alors varier, l'action du joint torique (8) n'est pas suffisante pour empêcher ce mouvement.

● Le jonc (13) en acier - voir ci-contre - est monté comprimé. La force qui le lie au piston est insuffisante pour empêcher celui-ci de se déplacer sous l'action de la pression du liquide, mais cette force est suffisante pour immobiliser le piston dans l'étrier par l'intermédiaire des rondelles (11), (12) et l'axe (14) lorsque la pression a cessé.

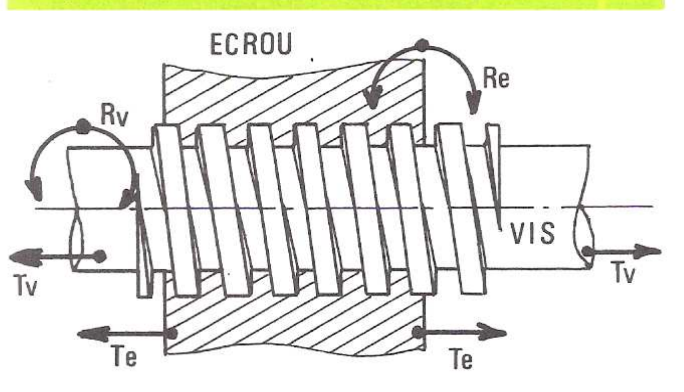
TRANSFORMATIONS DE MOUVEMENT

44. SYSTÈME « VIS – ÉCROU »

44/01 - FONCTION

Transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation et réciproquement.

44/02 - LES QUATRE MOUVEMENTS



Rv = Rotation de la vis.
Tv = Translation de la vis.
Re = Rotation de l'écrou.
Te = Translation de l'écrou.

44/03 - PRINCIPE DU SYSTÈME

Si vous *exercez l'un* des quatre mouvements pour *obtenir un second*, il faut *empêcher les deux autres.*

44/04 - FAMILLE DE SOLUTIONS

R et T : Mouvements exercés ou obtenus
$\overline{R}$ et $\overline{T}$: Mouvements empêchés

		VIS			
		$\overline{Rv}\,\overline{Tv}$	$\overline{Rv}\,Tv$	$Rv\,Tv$	$Rv\,\overline{Tv}$
ECROU	$Re\,\overline{Te}$				
	$Re\,Te$				
	$\overline{Re}\,Te$				
	$\overline{Re}\,\overline{Te}$				

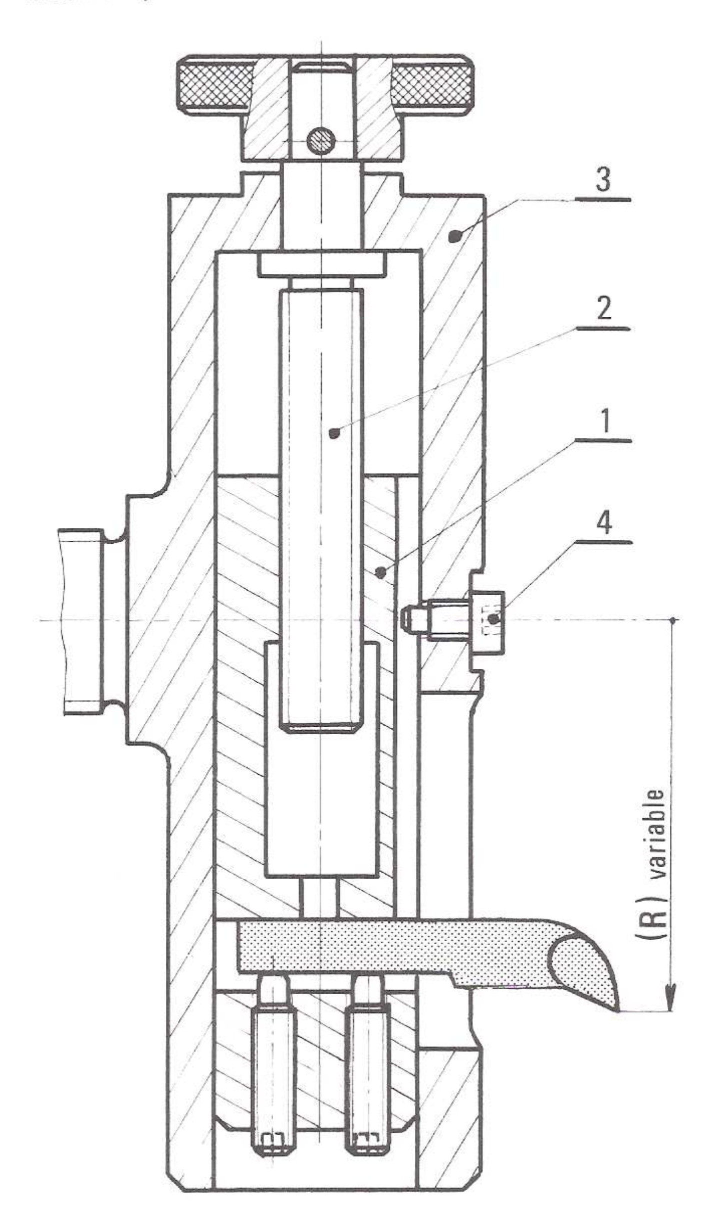
- Mettre (1) dans les cases où la transformation de mouvement est possible et (0) dans le cas contraire.

44/05 - REMARQUE

En général, le système n'est réversible que si le filetage est à plusieurs filets au pas (filets normalisés).

44/06 - PORTE-OUTIL À ALÉSER

Dessin simplifié



RÉGLAGE DU RAYON VARIABLE

- Quel repère porte la vis ? ☐ ....
- Quel repère porte l'écrou ? ☐ ....
- Mouvement exercé ? ☐ Rv 2 = 1
- Mouvement obtenu ? ☐ .... = 1
- Mouvements empêchés ? ☐ .... = 0
  ☐ .... = 0
- Quel est le type de la liaison entre (2) et(3) ?

☐ Entre (2) et (3) la liaison est ....

- Quel est le type de la liaison entre (1) et (3) ?

☐ Entre (1) et (3) la liaison est ....

- Quel élément lié à (3) et quel usinage effectué sur (1) assurent la liaison en rotation de (1) et (3) ?

☐ Élément lié à (3) : ....

☐ Usinage effectué sur (1) : ....

TRANSFORMATIONS DE MOUVEMENT

45. CAMES

45/01 - FONCTION

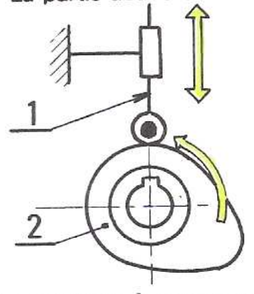
Transformer un mouvement circulaire continu en un mouvement rectiligne ou angulaire alternatif.

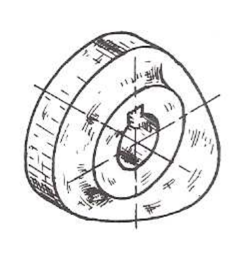
Le système n'est pas réversible.

45/02 - DIFFÉRENTES FORMES DE CAMES

□ **CAMES DISQUES**

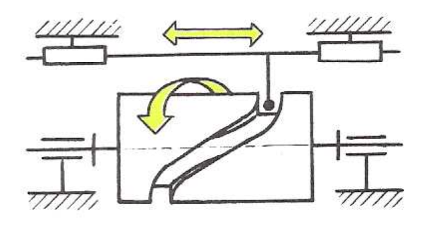
La partie active est sur le pourtour.

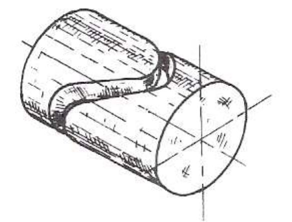




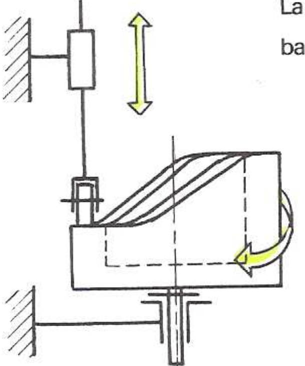
□ **CAMES À RAINURES**

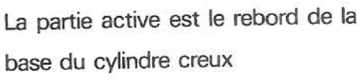
La partie active est une rainure creusée sur la surface latérale d'un cylindre.



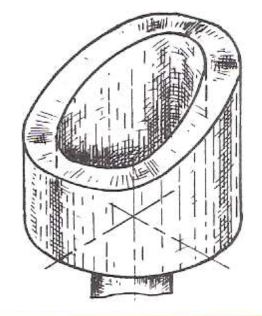


□ **CAMES À TAMBOUR (came cloche)**





La partie active est le rebord de la base du cylindre creux



45/03 - PRINCIPE – came-disque

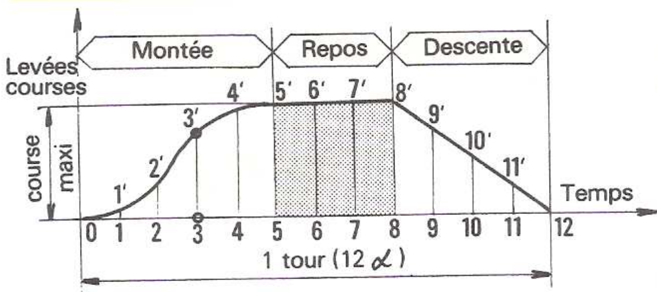
Une tige (1) guidée en translation s'appuie sur le pourtour d'une came (2). Voir schéma ci-dessus.

La rotation d'une fraction de tour de la came transmet à la tige soit :

- Un mouvement de montée ;
- Un mouvement de descente ;
- Aucun mouvement (période de repos).

Ces informations sont portées sur un graphe (courbe des espaces) utilisé ensuite pour tracer le profil de la came.

45/04 - GRAPHE : COURBE DES ESPACES



Echelle des temps : 60 mm pour un tour

45/05 TRACÉ DU PROFIL DE LA CAME

1 - Tracer le cercle minimal de rayon (AO)

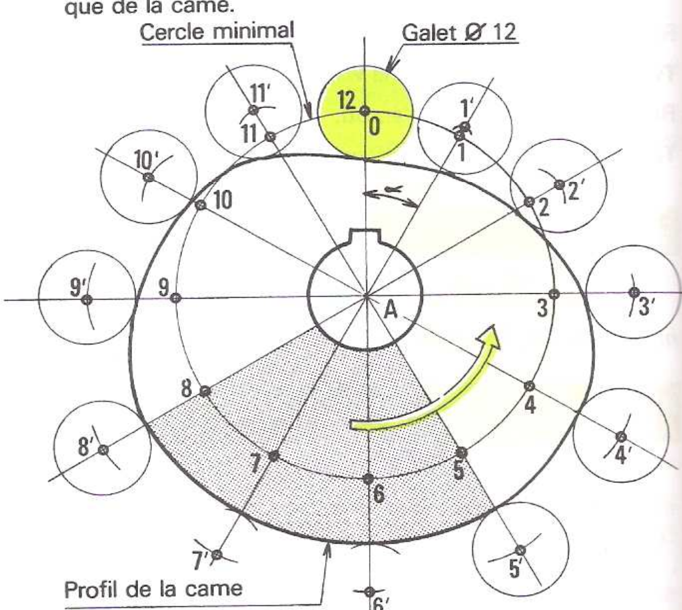
(AO): plus petite distance entre le centre de la came et celui du galet lié à la tige.

2 - Diviser le cercle minimal en 12 parties égales (autant que d'espaces sur le graphe).

3 - Mesurer sur le graphe les variations de course et les reporter à l'extérieur du cercle minimal (1,1') (2,2') etc...

4 - Tracer les 12 positions du galet.

5 - Tracer la courbe-enveloppe des galets, c'est le profil pratique de la câme.

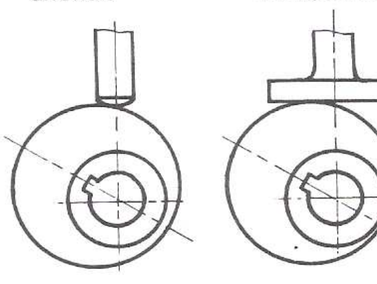


45/06 - CONTACT TIGE/CAME

- Contact direct

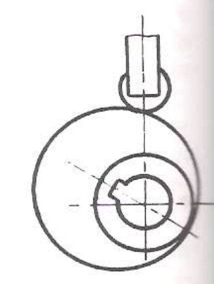
Avec l'extrémité de la tige arrondie

Avec l'extrémité de la tige munie d'un plateau



- Contact indirect

Avec un galet



- Le maintien du contact entre la tige et la came est fréquemment obtenu par un ressort de rappel.

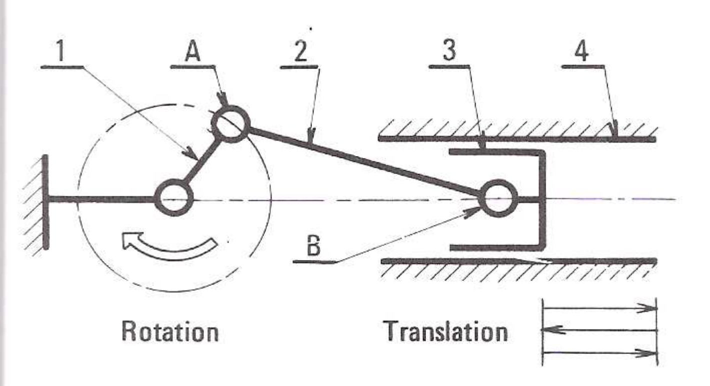
TRANSFORMATIONS DE MOUVEMENT

46. SYSTÈME « BIELLE – MANIVELLE »

46/01 - FONCTION

Transformer un mouvement circulaire continu en un mouvement rectiligne alternatif et réciproquement (voir réciproque ci-après).

46/02 - LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS



Termes généraux		Termes particuliers Moteur - compresseur	
1 :	Manivelle	1 :	Vilebrequin
2 :	Bielle	2 :	B ....
3 :	Coulisseau	3 :	....
4 :	Glissière	4 :	....

46/03 - LA BIELLE

- **TÊTE DE BIELLE (partie A) :**
  partie en contact avec ....

- **PIED DE BIELLE (partie B) :**
  partie en contact avec ....

Une bielle doit être particulièrement résistante.

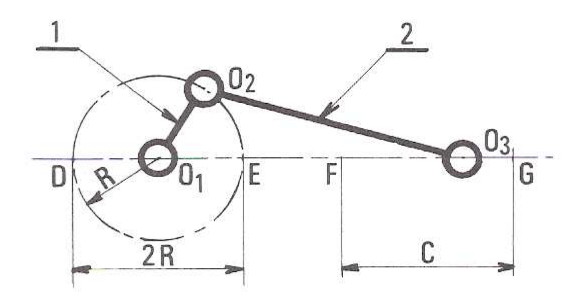
Elle est sollicitée à :

– l'extension;
– la compression (avec risque de flambage);
– la flexion (force d'inertie de sa masse).

46/04 - RÉCIPROQUE

La transformation d'un mouvement rectiligne alternatif en un mouvement circulaire continu (exemple : moteur à explosion) n'est possible qu'à la condition de caler un volant sur la manivelle (vilebrequin). Ce volant emmagasine une énergie cinétique qui régularise la rotation.

46/05 - LONGUEUR DU DÉPLACEMENT



Les points (D, E, F et G) sont appelés : *points morts.*

Dans un moteur à explosion ou un compresseur :
(D et F) sont les points morts bas (PMB);
(E et G) sont les points morts hauts (PMH).

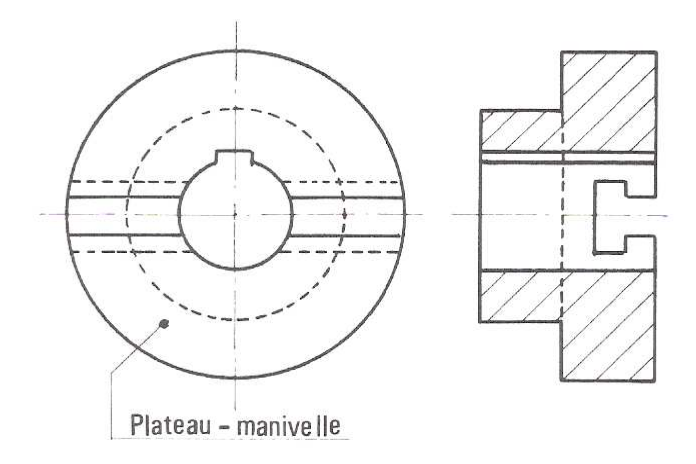
La longueur (C) du déplacement (*course*) en translation du coulisseau est égale à deux fois le rayon de la manivelle.

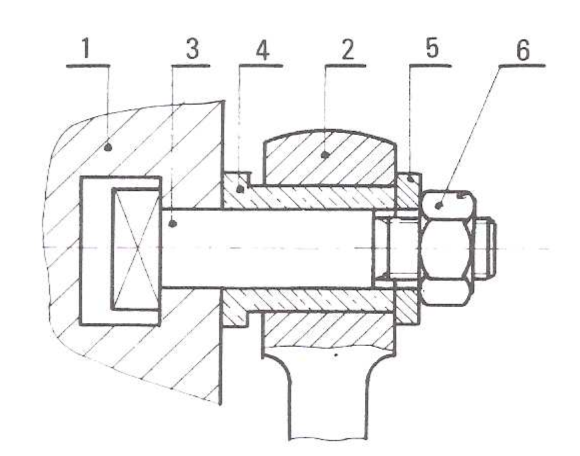
$$C = 2R$$

Conséquence

La variation du rayon (R) provoque la variation de la course (C).

46/06 - MANIVELLE À RAYON VARIABLE

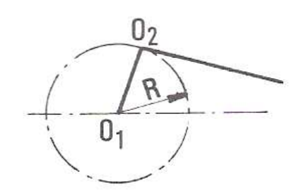




- Quel est le type d'articulation ?

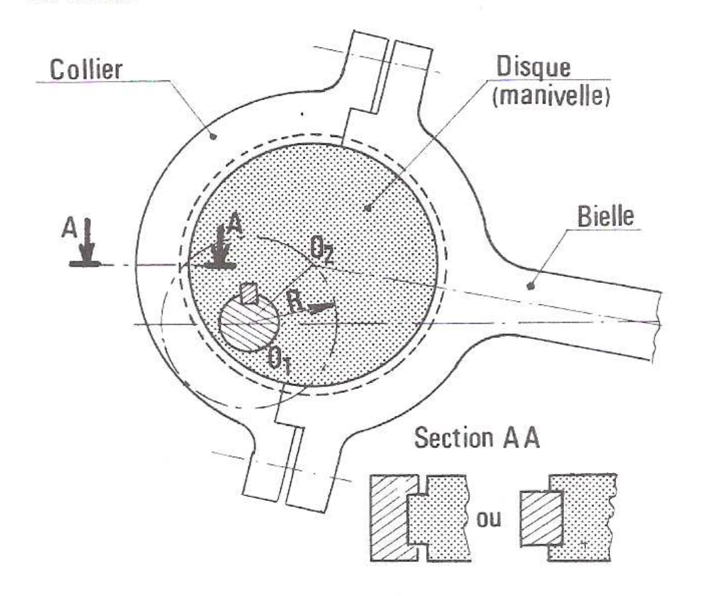
☐ ....

46/07 - EXCENTRIQUE



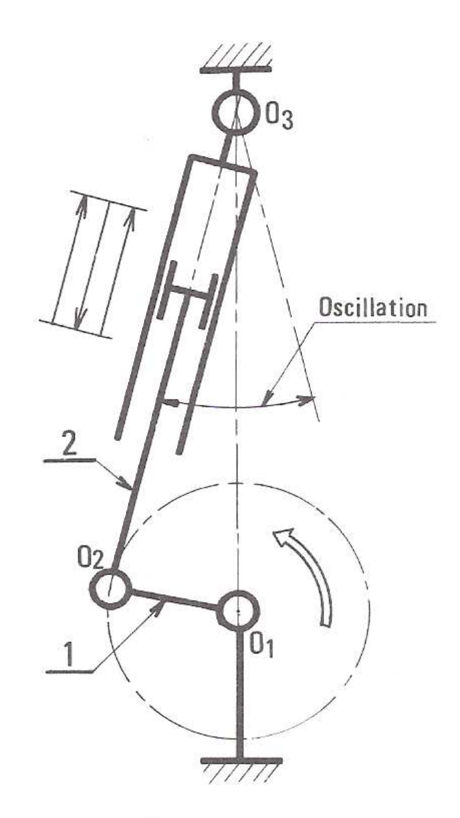
O1 : Centre de l'arbre
O2 : Centre de la tête de bielle
R : Rayon de la manivelle

Un excentrique est utilisé lorsque la distance (O1 - O2) est faible.



SYSTÈMES DÉRIVÉS

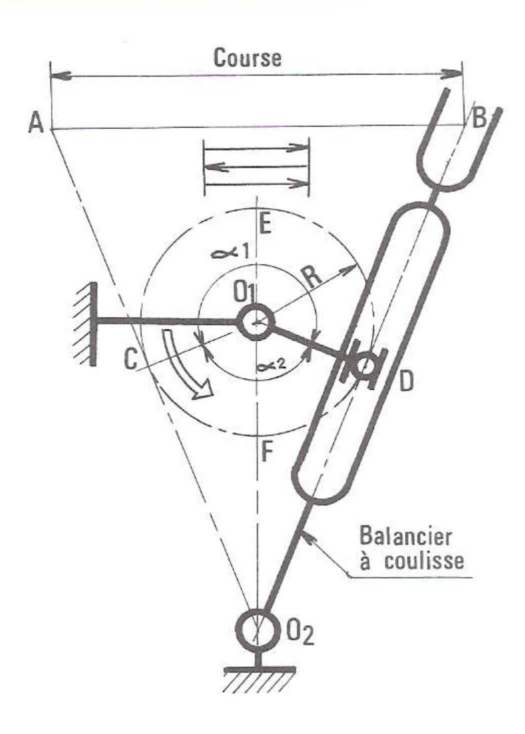
46/08 - SYSTÈME OSCILLANT



Exemples : pompe oscillante;

....

46/09 - SYSTÈME DE L'ÉTAU LIMEUR



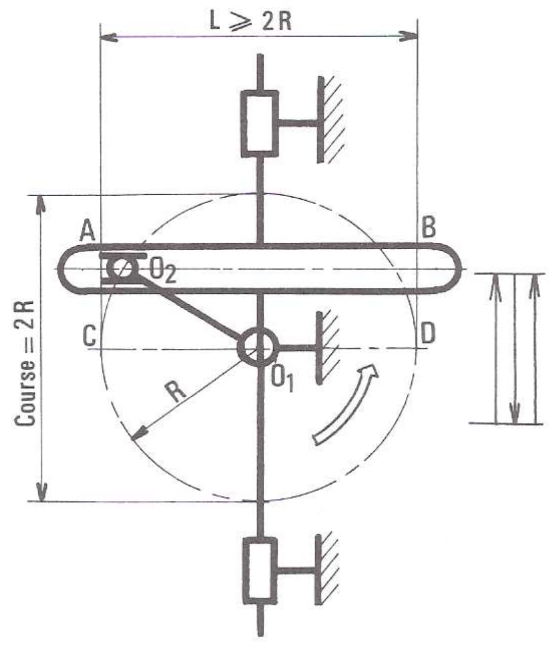
α_1 = période de travail.

α_2 = période de retour rapide.



La variation du rayon (R) fait varier la course (AB).

46/10 - MANIVELLE À COULISSE



Course = 2 R

Exemples d'application :

- scie sauteuse;
- verrou;
- ....
- ....

RÉALISATION D'UN SYSTÈME AUTOMATISÉ INDUSTRIEL COMPOSANTS

Les systèmes automatisés industriels sont composés d'éléments standards qui, associés entre eux, permettent de remplir des fonctions plus ou moins complexes surtout répétitives.
Dans tous les cas, ils sont mis en œuvre à partir d'un fournisseur d'énergie - électrique (réseau) ou fluidique (pompe-compresseur).

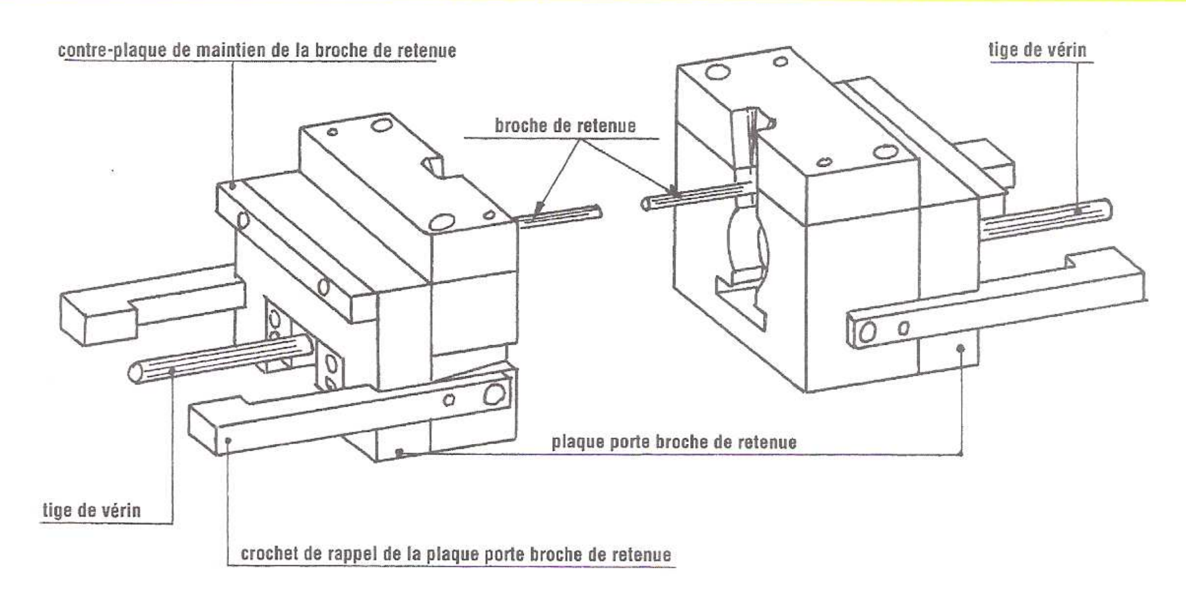
- FOURNISSEURS D'ÉNERGIE :

Electrique - Réseau
Pneumatique - Compresseur
Hydraulique - Pompe

- COMPOSANTS :

– Actionneurs - Vérins hydraulique ou pneumatique
– Préactionneurs - distributeurs - contacteurs
– Capteurs - détecteurs - compteurs.

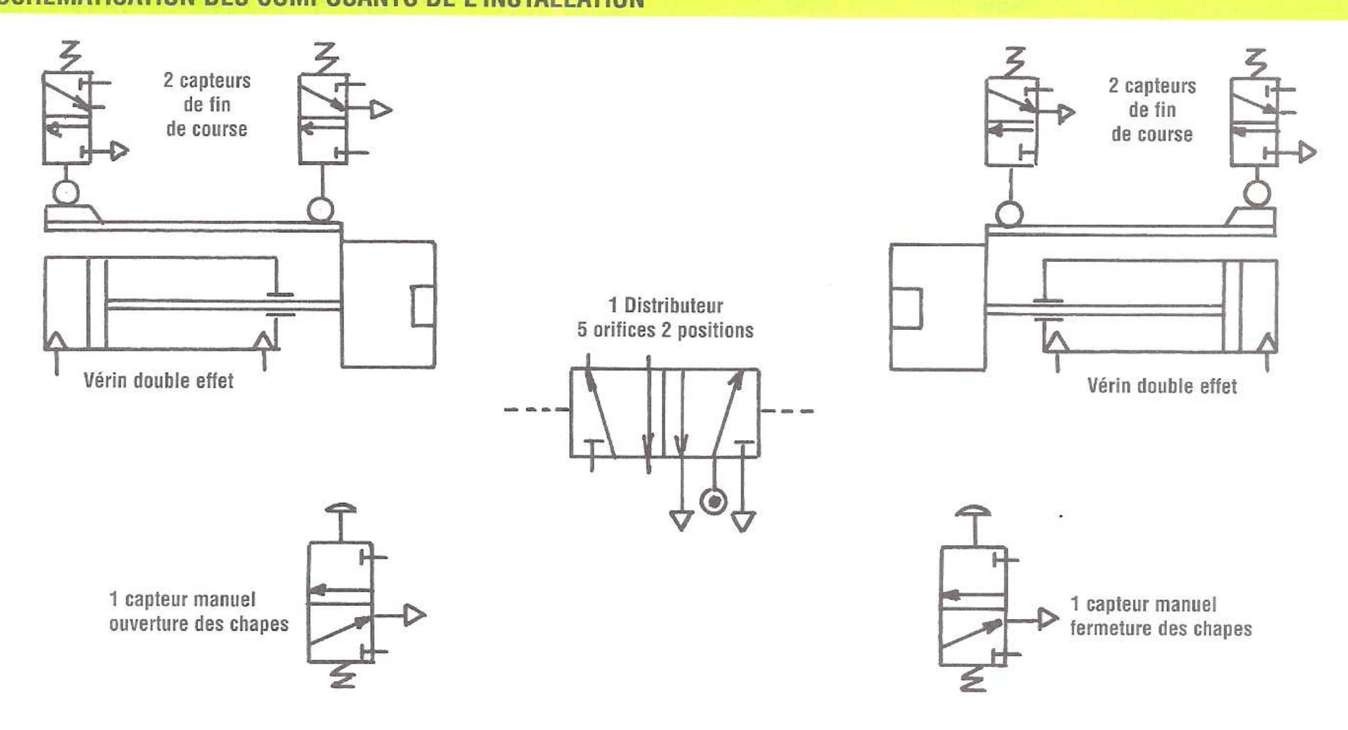
EXEMPLE DE PROBLÈME POSÉ : AUTOMATISER UNE MACHINE À MOULER - MOULE EN COQUILLE POUR ALLIAGES LÉGERS



Les chapes du moule sont commandées par l'ouverture et la fermeture par deux vérins à double effet.
La commande est généralement manuelle à distance par un opérateur.

Le fonctionnement doit assurer la sécurité contre les accidents.
Le distributeur dirige l'énergie vers les vérins à double effet.
Les capteurs de proximité indiquent les positions des chapes et transmettent les informations au distributeur.

SCHÉMATISATION DES COMPOSANTS DE L'INSTALLATION



TRANSMISSIONS
HYDRAULIQUES ET PNEUMATIQUES

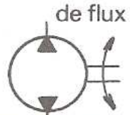
47. SCHÉMAS DE CIRCUITS

47/01 - LES TRAITS

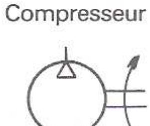
☐ Conduite d'alimentation, de travail et de retour	————	continu fort
☐ Conduite de pilotage	— — — —	long fin
☐ Conduite d'évacuation des fuites	- - - - - - -	court fin
☐ Encadrement de plusieurs appareils réunis dans un seul bloc	— - — -	mixte fin
☐ Liaison mécanique	════	double fort

47/02 - POMPES ET COMPRESSEURS

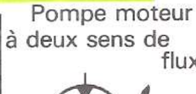
Pompes hydrauliques à un sens de flux — à deux sens de flux

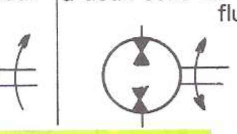


Compresseur



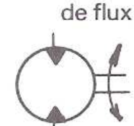
Pompe moteur à deux sens de flux



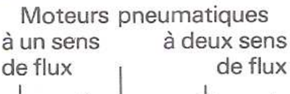


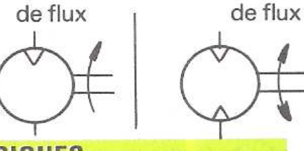
47/03 - MOTEURS

Moteurs hydrauliques à un sens de flux — à deux sens de flux



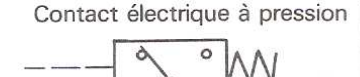
Moteurs pneumatiques à un sens de flux — à deux sens de flux





47/04 - APPAREILS ÉLECTRIQUES

Moteur électrique — Contact électrique à pression

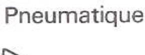


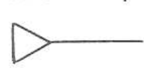
47/05 - SOURCES DE PRESSION

Hydraulique



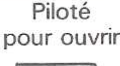
Pneumatique





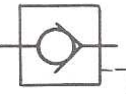
47/06 - CLAPETS DE NON RETOUR

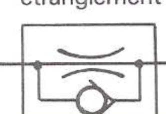
non taré — taré — Piloté pour ouvrir — avec étranglement





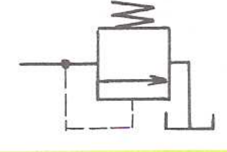




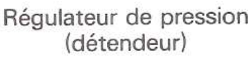


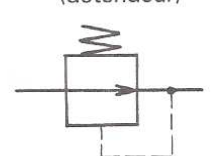
47/07 - RÉGULATEURS DE PRESSION

Limiteur de pression (soupape de sécurité)



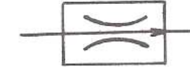
Régulateur de pression (détendeur)

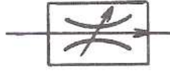


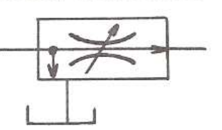


47/08 - RÉGULATEURS DE DÉBIT

à débit fixe — à débit réglable — à débit réglable et retour au réservoir





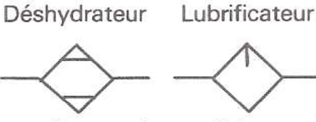


47/09 - RÉSERVOIRS - ACCUMULATEURS

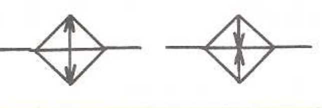
Conduite débouchant au-dessus du fluide — Conduite débouchant au-dessous du fluide — Accumulateur — Réservoir sous pression

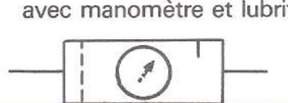
47/10 - APPAREILS AUXILIAIRES DIVERS

Filtre — Purgeur — Déshydrateur — Lubrificateur



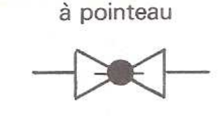
Refroidisseur — Réchauffeur — Groupe de conditionnement : filtre - régulateur de pression avec manomètre et lubrificateur





47/11 - ROBINETS

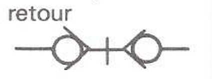
Symbole général — à pointeau — à tournant



47/12 - BRANCHEMENTS - RACCORDEMENTS

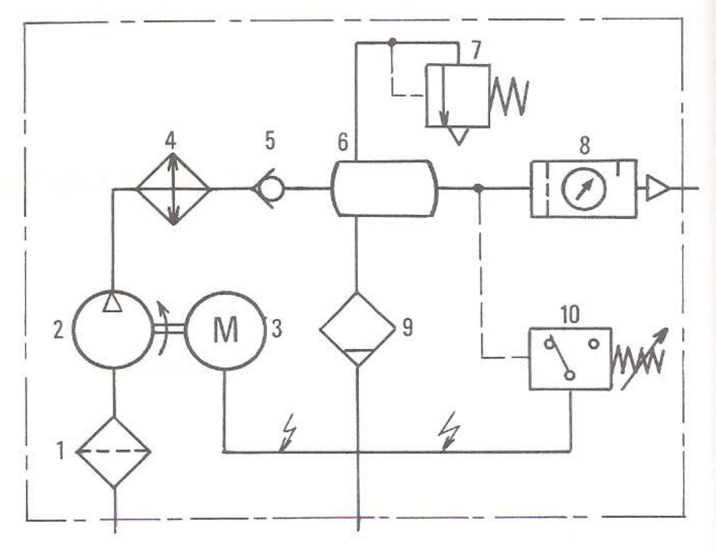
Branchement avec conduite branchée — Raccordement rapide sans clapet de non retour — Raccordement rapide avec clapet de non retour





47/13 - EXEMPLE D'UN SCHÉMA DE CIRCUIT

Compresseur à un étage entraîné par moteur électrique qui est déclenché et interrompu automatiquement, en fonction de la pression dans le réservoir.



☐ Répertoriez ci-dessous les différents appareils constituant le compresseur et essayez de comprendre son fonctionnement.

1 - ....
2 - ....
3 - ....
4 - ....
5 - ....
6 - ....
7 - ....
8 - ....
9 - ....
10 - ....

TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES ET PNEUMATIQUES

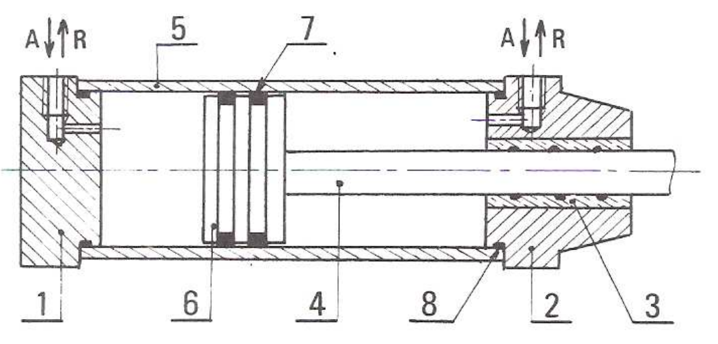
48. VÉRINS

48/01 - FONCTION

Appareil qui permet de transformer une énergie hydraulique ou pneumatique en énergie mécanique.

48/02 - PRÉSENTATION

Exemple : Vérin double effet



1 — Fond arrière

Comporte un orifice pour l'admission (A) et le refoulement (R).

2 — Fond avant

Comporte un orifice pour l'admission (A) et le refoulement (R).

3 — Palier

Guide la tige du piston en translation. C'est un coussinet en bronze avec système d'étanchéité.

4 — Tige de piston

Transmet l'effort. Tige en acier poli, glacé.

5 — Chemise (cylindre) — élément fixe.

Tube d'acier étiré à froid - poli - glacé.

6 — Piston

Disque fixé sur la tige de piston et comportant un système d'étanchéité.

7 - 8 Étanchéités

Joints de piston : étanchéité dynamique.

Joints de fond : étanchéité statique.

48/03 - GRAISSAGE

- **VÉRINS POUR TRANSMISSIONS PNEUMATIQUES**

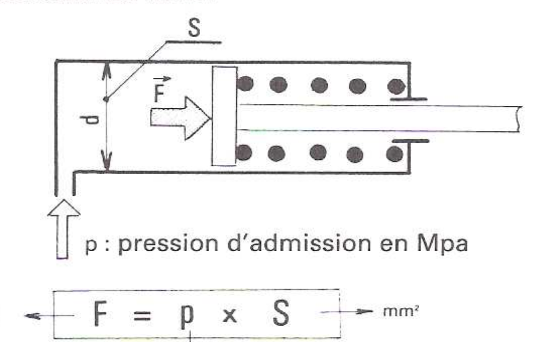
La lubrification des pièces en mouvement est assurée par l'huile pulvérisée dans l'air comprimé.

- **VÉRINS POUR TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES**

La lubrification est assurée par le liquide.

48/04 - CALCUL DE L'EFFORT APPLIQUÉ SUR UNE FACE DU PISTON

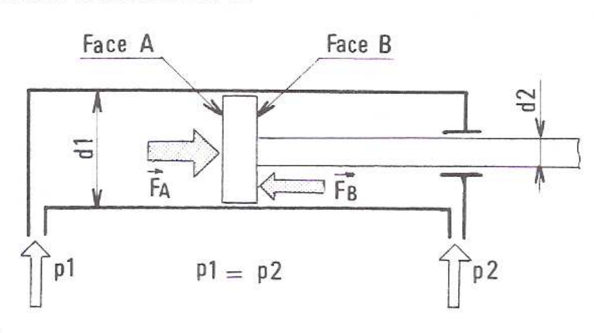
- **VÉRIN SIMPLE EFFET**



$$\underset{N}{F} = \underset{MPa}{p} \times \underset{mm^2}{S}$$

sachant que S (section du piston) $= \frac{\pi d^2}{4}$

- **VÉRIN DOUBLE EFFET**



$\vec{FA}$ = ...

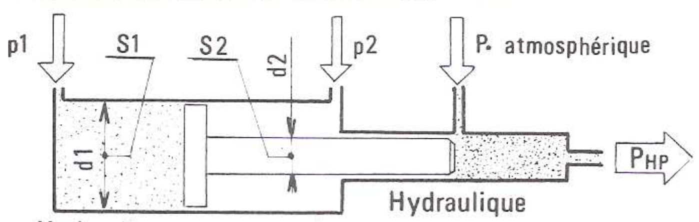
$\vec{FB}$ = ...

....

Remarque :

Les poussées ne sont pas égales dans les deux sens ni les vitesses des déplacements en translation du piston, bien que les pressions (p1) et (p2) soient égales.

- **MULTIPLICATEUR DE PRESSION**



Un multiplicateur est employé pour transformer une basse pression d'entrée (p1) en haute pression de sortie (P_{Hp}).

Pression sortie : $P_{HP} = p1 \cdot \frac{S1}{S2}$ (PHP et p1 en MPa ; S1 et S2 en mm²)

Exercice :

Sachant que : p1 = 1 MPa, d1 = 76 mm, d2 = 25 mm ; calculez la pression de sortie : P_{Hp}

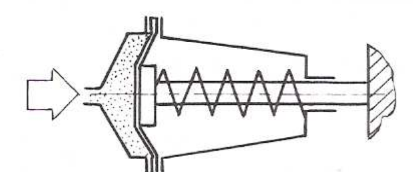
P_{Hp} = ...

....

Réponse : 9,2 MPa

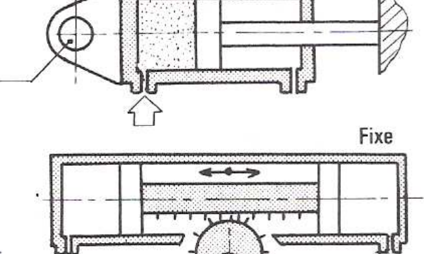
48/05 - DIFFÉRENTS TYPES DE VÉRINS

☐ **Vérin à membrane**
Utilisé surtout pour le bridage sur un montage d'usinage

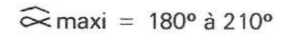


☐ **Vérin articulé type argipex**

Axe d'aticulation



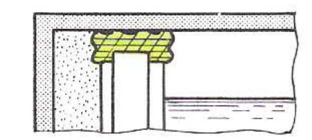
☐ **Vérin rotatif à double effet**
La tige du piston comporte une crémaillère ; celle-ci est en prise avec un pignon qui tourne d'un angle.



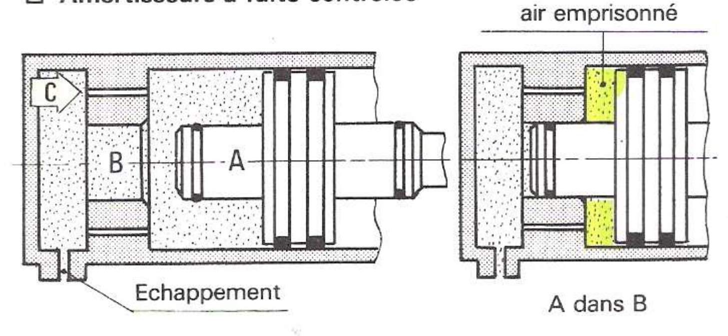
48/06 - AMORTISSEURS

Les mouvements des pistons étant assez brusques, il faut souvent prévoir des amortisseurs de fin de course.

☐ **Amortisseur mécanique**
Le joint du piston vient buter sur le fond du cylindre



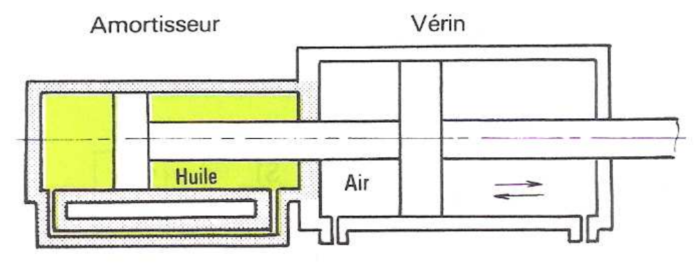
☐ **Amortisseurs à fuite contrôlée**



Lorsque la partie (A) du piston pénètre dans l'alésage (B), l'air emprisonné ne peut plus s'écouler qu'au travers des conduits (C) réglables. La vitesse du piston ralentit alors brusquement.

☐ **Amortisseur à huile**

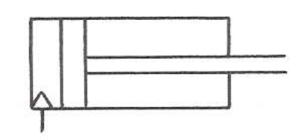
L'amortisseur à huile est accouplé à un vérin pour transmission pneumatique à double effet.



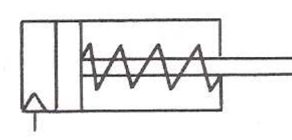
Principe de fonctionnement :
L'amortisseur peut être assimilé à un vérin à double effet à huile, fonctionnant en circuit fermé.
La vitesse d'écoulement (réglable) de l'huile étant plus faible que celle de l'air, le mouvement de translation du piston se trouve alors ralenti.

48/07 - SYMBOLISATION DES VÉRINS

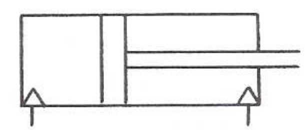
- Vérin à simple effet



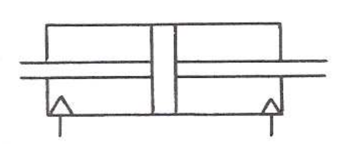
- Vérin à simple effet à rappel par ressort



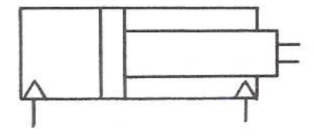
- Vérin à double effet à simple tige



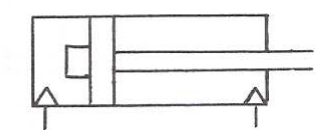
- Vérin à double effet à double tige



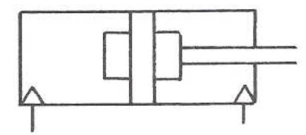
- Vérin différentiel



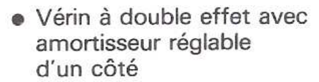
- Vérin à double effet avec amortisseur fixe d'un côté

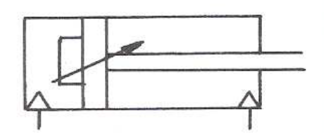


- Vérin à double effet avec amortisseur fixe des deux côtés

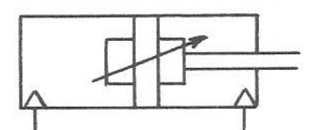


- Vérin à double effet avec amortisseur réglable d'un côté

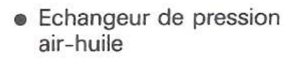


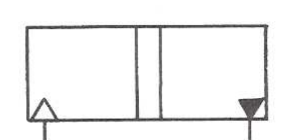


- Vérin à double effet avec amortisseur réglable des deux côtés

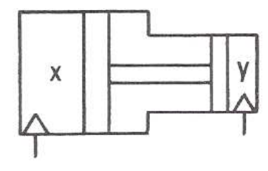


- Echangeur de pression air-huile

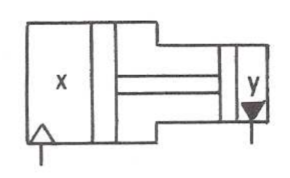




- Multiplicateur de pression à une seule nature de fluide



- Multiplicateur de pression à deux natures de fluide



48/08 - EMPLOIS DES VÉRINS

- Commande d'organes de machines :
  - déplacement de tables,
  - serrage d'un mandrin de tour.
- Bridage sur montage d'usinage
- Asservissement des grues, camions, tracteurs etc...
- Commande des portes : métro, autobus, cars etc...
- Commande de freins : automobiles, camions, motrices S.N.C.F. etc...

TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES ET PNEUMATIQUES

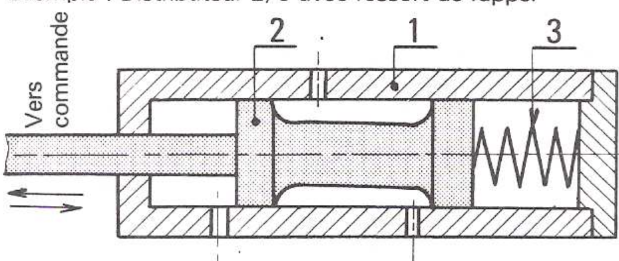
49. DISTRIBUTEURS

49/01 - FONCTION D'UN DISTRIBUTEUR

- Appareil destiné à répartir le fluide dans les canalisations d'utilisation.
- Accouplé à un vérin, il assure le remplissage et le délestage de celui-ci.

49/02 - PRÉSENTATION

Exemple : Distributeur 2/3 avec ressort de rappel



1 - Un corps :
En acier ou alliage léger. Le conduit est chromé. Il comporte plusieurs orifices (3 dans l'exemple ci-dessus)

2 - Tiroir cylindrique coulissant :
En acier chromé.

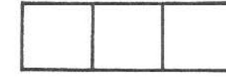
3 - Ressort de rappel (suivant modèle)

49/03 - ÉTANCHÉITÉ

L'étanchéité entre le corps et le tiroir est obtenue par des joints toniques montés sur le tiroir et pouvant travailler sous une pression de 1 MPa. Lorsque la température du fluide est très élevée, l'étanchéité est obtenue par contact direct.

49/04 - SYMBOLISATION D'UN DISTRIBUTEUR

1 Le symbole est constitué d'autant de cases carrées que le distributeur comporte de positions (ex : 3 positions ⇒ 3 cases)



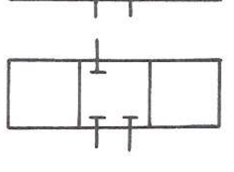
2 S'il existe une position intermédiaire de passage, la case est délimitée par des traits interrompus.



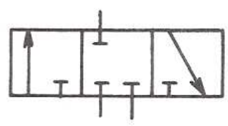
3 Les conduites reliées au distributeur sont représentées aboutissant à la case de la position repos.



4 L'obturation d'un orifice à l'intérieur d'un distributeur est schématisée par une petit trait perpendiculaire à l'arrivée de la conduite.



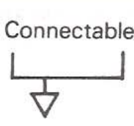
5 A l'intérieur de chaque case, les flèches schématisent le sens de circulation du flux entre les orifices.



49/05 - ORIFICES D'ÉVACUATION D'AIR

Lisse non connectable

Connectable

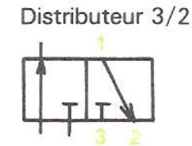


49/06 - DÉSIGNATION DES DISTRIBUTEURS

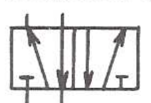
Un distributeur se désigne par deux chiffres : le premier indique le nombre d'orifices, le second précise le nombre de positions du distributeur. Exemples :

Distributeur 2/2

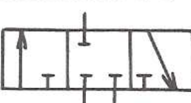
Distributeur 3/2



Distributeur 5/2



Distributeur 3/3



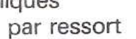
49/07 - COMMANDES DES DISTRIBUTEURS

☐ Commandes musculaires

par bouton poussoir — par levier — par pédale

☐ Commandes mécaniques

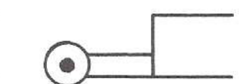
par poussoir — par ressort — par galet



☐ Commandes électriques

électro-aimant 1 enroulement — électro-aimant 2 enroulements — par moteur électrique



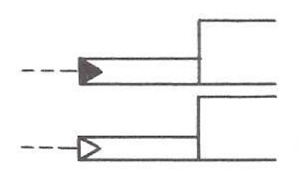


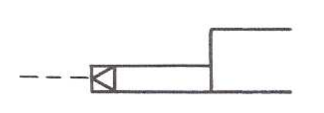
☐ Commandes par distributeurs pilotes

actionné par augmentation de la pression

actionné par diminution de la pression (seulement pour pneumatiques)



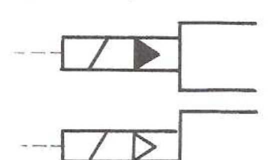


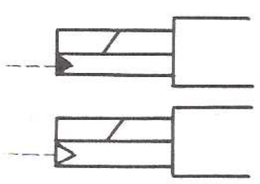


☐ Commandes combinées

par électro-aimant et distributeur pilote

par électro-aimant ou distributeur pilote





Remarque :
Triangle noirci : flux hydraulique
Triangle vide : flux pneumatique (0,3 MPa maxi)

49/08 - GRAISSAGE DES DISTRIBUTEURS

- Distributeurs pour transmissions hydrauliques :
La lubrification est assurée par le fluide hydraulique.
- Distributeurs pour transmissions pneumatiques :
La lubrification des pièces en mouvement est assurée par l'huile pulvérisée dans l'air comprimé ; c'est la fonction du lubrificateur.

La présence de l'huile pulvérisée dans l'air comprimé nécessite la mise en place de filtres aux échappements avant de libérer l'air dans l'atmosphère.

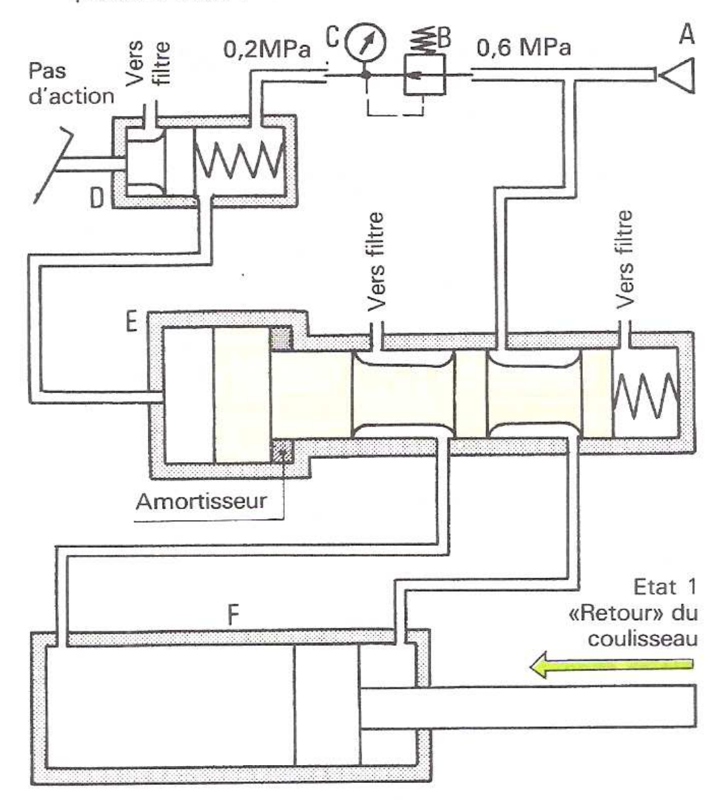
49/09 - COMMANDE PNEUMATIQUE D'UNE PRESSE

Le coulisseau d'une petite presse à sertir est lié à la tige de piston d'un vérin. Un distributeur commandé au pied pilote le distributeur qui assure le remplissage et le délestage du vérin.

(1) Les deux états de la presse :

Etats	Pédale	Coulisseau de la presse
Etat 1	Pas d'action sur...	«retour» du coulisseau
Etat 2	action sur...	«poussée» sur le coulisseau

(2) Dessin simplifié de la commande : presse à l'état 1



(3) Identifiez les différents appareils constituant la commande de la presse pneumatique :

A : Arrivée air comprimé
B : ....
C : ....
D : ....
E : ....
F : ....

(4) Coloriez en jaune les canalisations et espaces occupés par le flux à basse pression (2 bars).
Pilotage du distributeur (E).

(5) Coloriez en rouge les canalisations et espaces occupés par le flux à haute pression (6 bars)

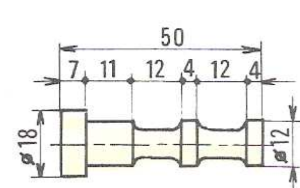
(6) Coloriez en bleu les canalisations et espaces occupés par le flux mis à la pression atmosphérique.

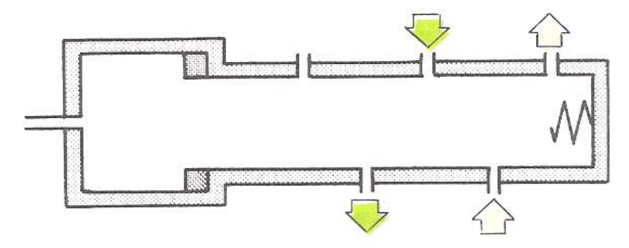
(7) La vitesse du coulisseau dans le sens «Poussée» est-elle identique à la vitesse dans le sens «Retour» ?
Si non, laquelle est la plus rapide ?

☐ ....(oui ou non) ⇒ Sens «.........»plus rapide

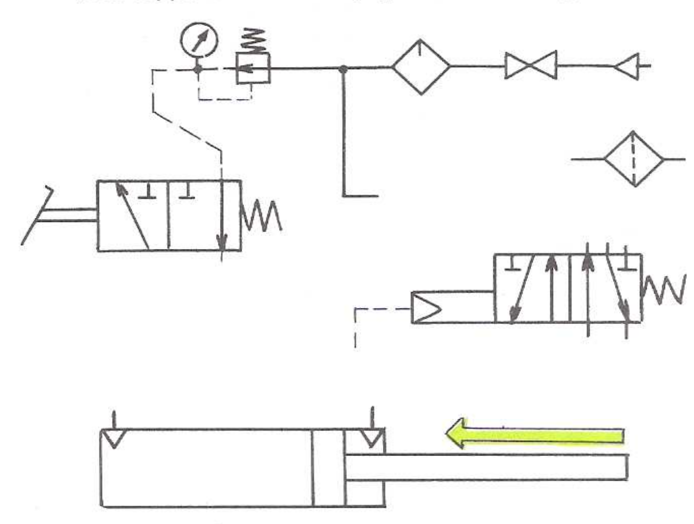
Rappel :
- Conduites d'alimentation et de retour (fort)
- Conduites de pilotage (interrompu long fin)
- Raccordement des conduites
- Croisement des conduites

(8) Sur du papier à dessin, dessinez et découpez le tiroir du distributeur (E)
Manipulez le tiroir découpé dans le cylindre dessiné ci-dessous et collez-le ensuite, la presse étant à l'état 2
Terminez le schéma du ressort

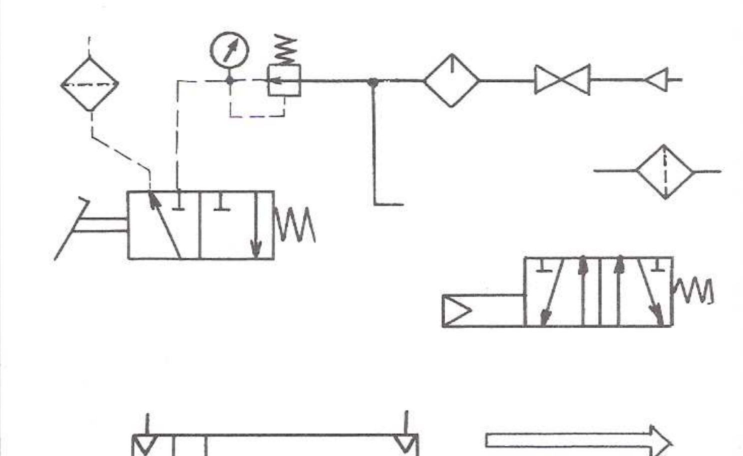


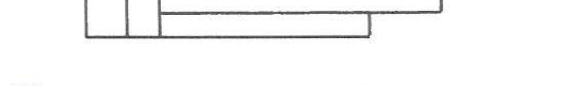


(9) Schéma de la commande - Presse à l'état 1
Complétez le schéma de l'installation...
(Voir rappel au bas de la page - colonne de gauche)



(10) Schéma de la commande - Presse à l'état 2
Complétez le schéma de l'installation.
Etudiez si nécessaire le montage collé de l'exercice (8)





(11) Questionnaire

- Quelle est la fonction du lubrificateur

☐ ....

- Quelle est la fonction des filtres aux échappements

☐ ....

49/10 - DISTRIBUTEUR

(1) Caractéristiques

Le dessin ci-contre représente à l'échelle 3:2 un distributeur 2 voies 3 orifices à soupape normalement fermé, commandé par un pilotage pneumatique.

Sans l'action du pilotage, l'orifice d'admission (A) ne communique pas avec l'orifice d'utilisation (U). L'orifice (U) communique avec l'orifice d'échappement (E).

Sous l'action du pilotage, l'orifice (A) communique avec l'orifice (U). L'orifice (E) est obstrué.

3 16 18 9 10 11 14 1 2 E A U 17 5 4 6 8 7 15 12 13

(2) Quelles sont toutes les pièces qui composent le pilotage ? - Alignez tous les repères concernés.

☐ ....

(3) Sachant que le diamètre intérieur du cylindre (2) est de 27 mm et la pression de pilotage de 0,2MPa, calculez la force qui agit sur le piston (4).
Revoir les formules chapitre 48/04 - Attention aux unités.

☐ ....

....

(4) **Le joint (17) assure l'étanchéité entre les pièces (1) et (2). Cette étanchéité est-elle dynamique ou statique ?**

☐ ....(dynamique ou statique)

(5) Le joint (8) assure l'étanchéité entre les pièces (6) et (7). Cette étanchéité est-elle dynamique ou statique ?

☐ ....(dynamique ou statique)

(6) Quelles sont les pièces qui se déplacent ou se déforment pour mettre en communication l'orifice (A) avec l'orifice (U) ? Exclure toutes les pièces qui participent au pilotage.

☐ ....

(7) Sachant que le diamètre intérieur de la soupape (11) est de 12 mm et la pression d'admission de 0,6 MPa, calculez la force qui applique la soupape (11) sur son siège.
Négligez l'action du ressort (14) et considérez que l'effort s'exerce sur toute la surface de Ø 12 de la soupape.

☐ ....

....

(8) La force qui s'exerce sur le piston (4) du pilotage est-elle suffisante pour permettre l'ouverture de la soupape (11/12) ? Comparez les résultats obtenus ci-dessus.

☐ ....(oui ou non)

(9) Le piston (4/5) du pilote déplace d'abord les pièces (6/9), puis la soupape (11/12). Laquelle de ces pièces limite la course de l'ensemble ?

☐ ....(6 ou 9 ou 11 ou 12)

(10) Quelle est la fonction (le rôle) de la rondelle (9) - Sa matière - comment est-elle liée à la pièce (6) ?

☐ Fonction : ....

☐ Matière : ....

☐ Liaison avec (6) : ....

(11) Chaque ressort assure le retour d'un sous-ensemble :

☐ Le ressort (.........) assure le retour des pièces (4) et (5)

☐ Le ressort (.........) assure le retour des pièces (11) et (12)

☐ Le ressort (.........) assure le retour des pièces (6) et (9)

(12) Dans quelle catégorie pouvez-vous classer les joints suivants : (plat - torique - à lèvres, etc...)

☐ Repère 8 : joint ....

☐ Repère 5 : joint ....

(13) Complétez sur le dessin ci-dessous du poussoir (6) les spécifications des états de surface (rugosités).

6

(14) Quelle est la représentation symbolique du distributeur dessiné ? Entourez la bonne solution.

(15) Désignez le distributeur (nombre d'orifices/nombre de positions distinctes)

☐ ....

(16) Sur le dessin ci-dessous, le distributeur est représenté ouvert (actionné).
Sur les deux dessins, coloriez de couleurs différentes les espaces occupés par les flux : haute pression, basse pression (pilotage), mise à l'atmosphère.

A U

TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES

50. POMPES

50/01 - FONCTION D'UNE POMPE

Appareil destiné à transformer l'énergie mécanique du moteur de la pompe en énergie hydraulique utilisée dans un vérin.

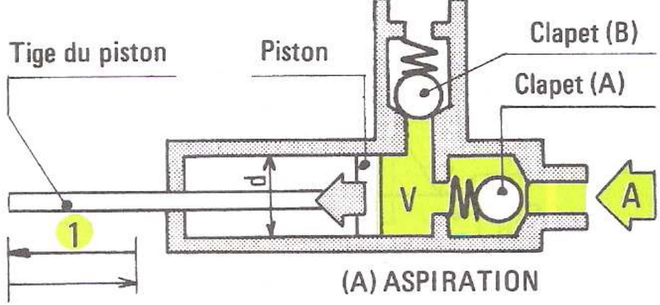
50/02 - POMPES ALTERNATIVES

Caractéristique : l'écoulement du fluide est discontinu (un temps sur deux).

Pompe à piston

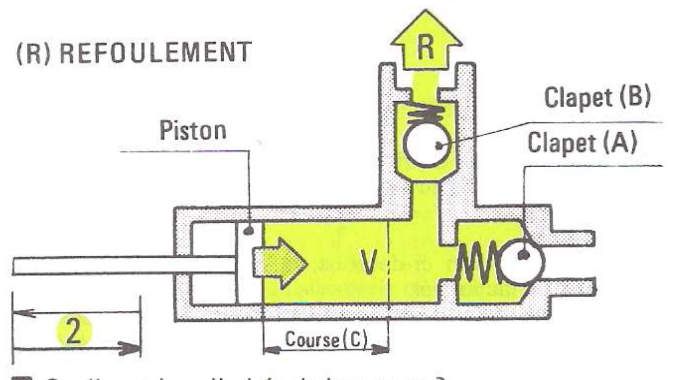
Aspiration

Le piston se déplace dans le sens (1). Le volume (v) augmente, il se produit une dépression ; le clapet (A) s'ouvre ; le clapet (B) se ferme.



Refoulement

Le piston se déplace dans le sens (2). Le volume (v) diminue. Le fluide est comprimé ; le clapet (A) se ferme ; le clapet (B) s'ouvre.



■ Quelle est la cylindrée de la pompe ?

– **Cylindrée** = ...

■ Sachant que la pompe effectue «n» cycles par mn, quel est le débit de cette pompe ?

– **Débit** = ...

Exemples de pompes alternatives :

....

....

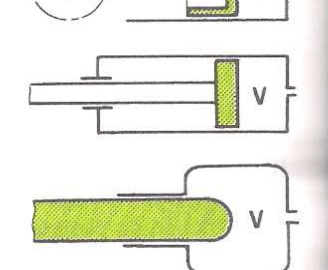
....

....

....

....

LES PISTONS



1. **Piston à jupe**

   Auto-guidage du piston.
   Étanchéité sur le piston.

2. **Piston à plateau**

   Guidage par piston et tige.
   Étanchéité sur le piston.

3. **Piston plongeur**

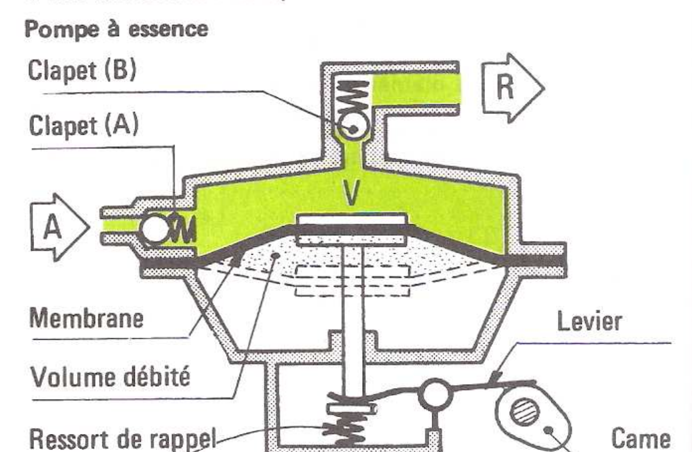
   Auto-guidage du piston.
   Étanchéité sur le corps.

Pompe à membrane

Caractéristique : débit faible, mais régulier.

La variation du volume (v) est obtenue par déformation d'une membrane élastique.

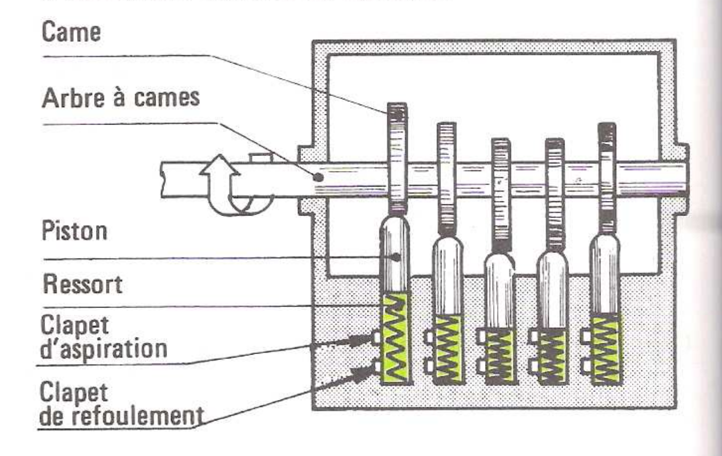
Pompe à essence



Pompe à pistons en ligne

Caractéristique :

L'écoulement du fluide est régularisé.



En cours de rotation, un arbre à cames enfonce successivement plusieurs pistons qui reviennent ensuite à leur position initiale au moyen de ressorts.

L'effet de pompage est obtenu grâce à des clapets d'aspiration et de refoulement placés sur chaque cylindre.

L'ajustage des pistons dans chaque cylindre doit être extrêmement soigné.

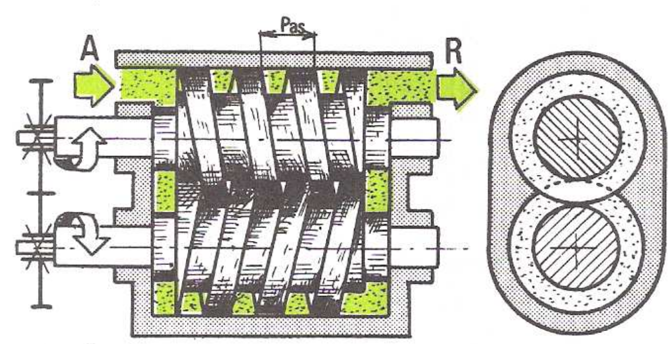
50/03 - POMPES ROTATIVES

Caractéristique : l'écoulement du fluide est continu.

- **Pompe à engrenages**
- **Pompe à palettes**

  Voir chapitre 31/10.

- **Pompe à vis**



Le liquide enfermé dans le creux des filets est véhiculé parallèlement aux axes des vis.

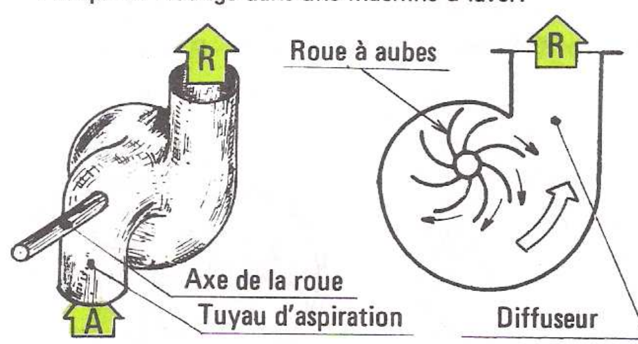
A chaque tour des vis, le déplacement est de un pas. Le fonctionnement est analogue à celui d'une vis d'Archimède.

- **Pompes centrifuges**

  Exemples :

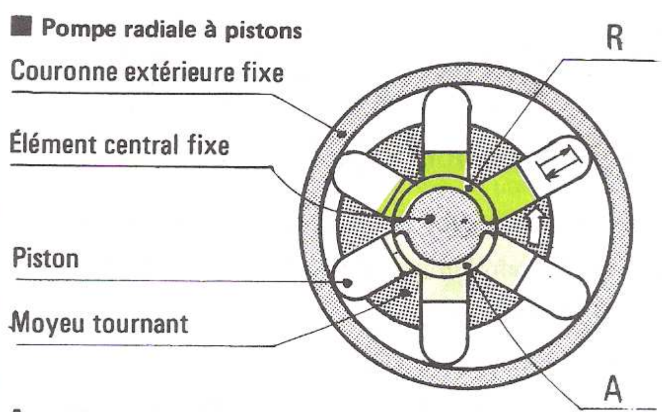
  – Pompe à eau de voiture.

  – Pompe de vidange dans une machine à laver.



La rotation de la roue entraîne la rotation du fluide ; celui-ci est alors expulsé vers l'extérieur sous l'action de la force d'inertie centrifuge. Il se crée une dépression au centre de la roue qui provoque une aspiration du fluide.

- **Pompe radiale à pistons**



A : orifice d'aspiration

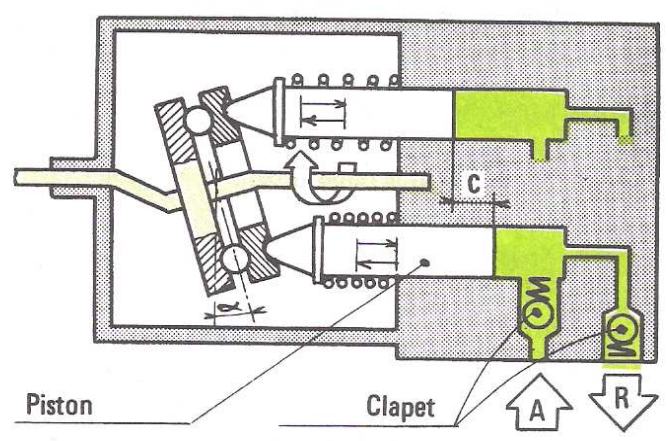
R : orifice de refoulement

La force centrifuge applique les pistons contre la couronne extérieure fixe excentrée par rapport au moyeu et à l'élément central fixe.

En tournant, le moyeu imprime aux pistons un mouvement de va et vient.

- **Pompes axiales à pistons (6 pistons)**

1. Cylindrée constante : Angle ∝ constant

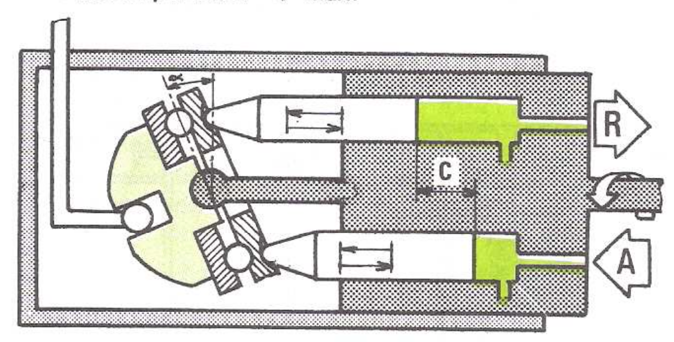


Le mouvement de va-et-vient des pistons est obtenu par la rotation d'un plateau à axe brisé.

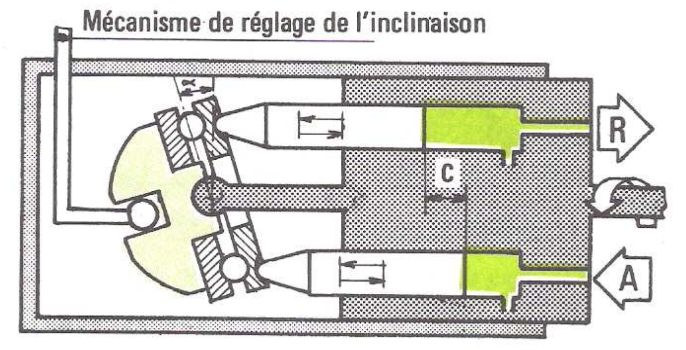
Dans chaque cylindre, des clapets communiquent, soit avec l'orifice d'aspiration, soit avec l'orifice de refoulement.

2. Cylindrée variable : l'inclinaison ∝ est variable.

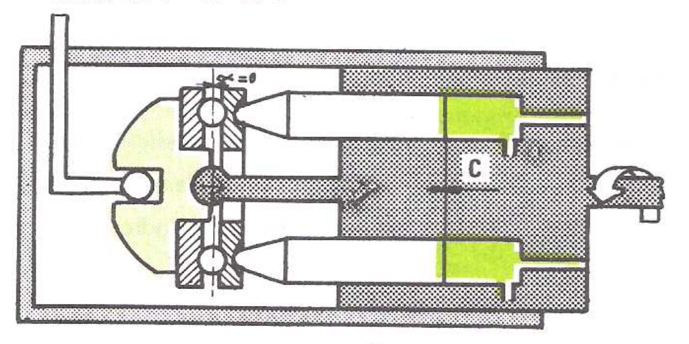
   Débit important : ∝ Maxi



Débit moyen : ∝ intermédiaire



Débit nul : ∝ = 0



50/04 - GRAISSAGE DES POMPES

Les pompes hydrauliques sont lubrifiées par le fluide véhiculé ; celui-ci doit donc avoir un bon pouvoir lubrifiant.

TRANSMISSIONS PNEUMATIQUES

51. COMPRESSEURS

51/01 - FONCTION D'UN COMPRESSEUR

Comprimer de l'air et le refouler dans un réservoir.

51/02 - COMPRESSEURS ALTERNATIFS

Caractéristiques :

– écoulement discontinu de l'air comprimé (un temps sur deux).
– permettent d'obtenir de fortes pressions.

- **Compresseur à un cylindre**

  Pression d'utilisation : $p \leqslant 0,8$ MPa

Aspiration **Refoulement**

Vers air libre — Vers réservoir — A — R — 1 — 2 — PMH — PMB — 0

PMH : point mort haut
PMB : point mort bas

Aspiration

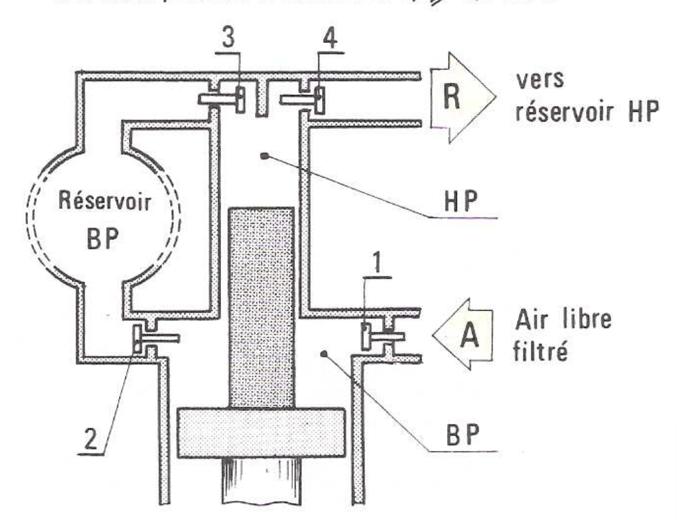
Le piston descend; il se crée une dépression dans le cylindre, le clapet (1) s'ouvre. La pression dans le réservoir ferme le clapet (2). L'air pénètre dans le cylindre.

Compression et refoulement

Le piston remonte; le clapet (1) se ferme. L'air enfermé dans le cylindre est comprimé et refoulé vers le réservoir par le clapet (2) qui s'ouvre tant que la pression dans le cylindre est supérieure à celle du réservoir.

- **Compresseur à cylindres étagés**

  Très forte pression d'utilisation : $p \geqslant 0,8$ MPa



51/03 - COMPRESSEURS ROTATIFS

Caractéristique : écoulement continu de l'air comprimé.

- **Compresseur à palettes**

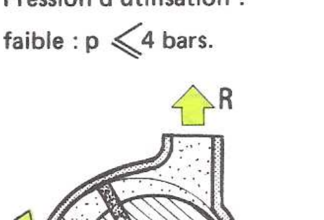
Débit élevé.

Pression d'utilisation : faible : $p \leqslant 4$ bars.

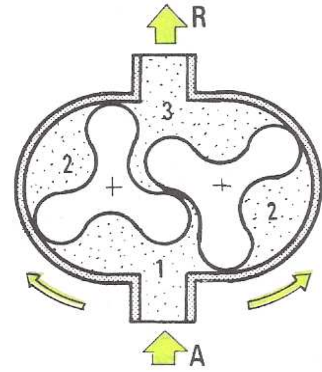
- **Compresseur à engrenages**

Débit élevé.

Pression d'utilisation : très faible : $p \leqslant 2$ bars.



Fonctionnement analogue à celui d'une pompe à palettes. Voir chapitre 31/10.



Fonctionnement analogue à celui d'une pompe à engrenages. Voir chap. 31/10.

51/04 - REFROIDISSEMENT

La compression de l'air provoque un échauffement important. Le refroidissement du corps du compresseur est obtenu par air ou par eau.

Par air : avec des ailettes autour des cylindres.
c'est le cas en général, pour les petits compresseurs.

Par eau : en établissant un circuit de refroidissement autour des cylindres.

REMARQUE :
Le refroidissement est analogue à celui des moteurs d'automobiles ou motos.

PIÈCES OBTENUES PAR

52. MOULAGE - GÉNÉRALITÉS

52/01 - PRINCIPE DU MOULAGE

Le moulage est un procédé qui consiste à réaliser une pièce en coulant du métal en fusion (fluide) dans un moule présentant l'empreinte de la pièce à obtenir.

52/02 - CHOIX DU PROCÉDÉ

La température de fusion du métal coulé doit être inférieure à la température de fusion du matériau constituant le moule. Un moule métallique prend le nom de «coquille».

MÉTAUX ET TEMPÉRATURES DE FUSION	CHOIX DU PROCÉDÉ	
	MOULAGE EN SABLE	MOULAGE EN COQUILLE
Fontes : 1100°C à 1250°C Aciers : 1200°C à 1500°C	— Moulage en sable avec ou sans noyau. — Moulage en carapace : procédé Croning. — Moulage à la cire perdue.	Moulage impossible sans détériorer les coquilles.
Cuivre et ses alliages : Laiton : 940°C Aluminium et ses alliages : Alpax : Zamack : environ 610° C	Moulage en sable : — pour les grosses pièces. *Exemples :* *- cloches en bronze* *- hélices de bateaux* — pour les petites séries.	Moulage en coquilles : — pour les grandes séries. — avec ou sans pièce (prisonnier) insérée au moulage. — par gravitation ou sous pression. *Ex. :* *- carter de boîte de vitesses (alpax)* *- corps de carburateur (zamack)*

52/03 - REMARQUES SUR LE MOULAGE

☐ Le moulage permet d'obtenir économiquement des pièces compliquées.

☐ La fonte se moule mieux que l'acier. La fonte en fusion est plus fluide que l'acier en fusion.

☐ Les fontes à graphite sphéroïdale ont des caractéristiques mécaniques comparables à celles des aciers.

52/04 - MOULAGE EN SABLE - SABLES UTILISÉS

☐ **LE SABLE DE FONDERIE**

Le sable de fonderie est transformé en une pâte malléable constituée de grains très fins de silice humidifiés. Il répond aux impératifs suivants :

- Résister à la température de coulée élevée du métal
- Résister à l'érosion du métal liquide.
- Ne pas s'opposer au passage des gaz produits au moment de la coulée.

☐ **LES SABLES SPÉCIAUX**

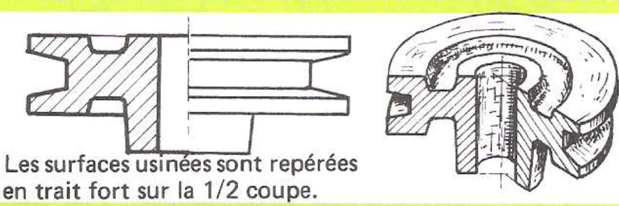
- Sable auto-siccatif : mélange de silice avec de l'huile siccative (*exemple : huile de lin*).
  Ce mélange durcit sous l'action de l'air.
- Sable au silicate de soude :
  ce sable soumis à l'action du gaz carbonique (CO_2) durcit instantanément. Il peut être utilisé pour confectionner des noyaux.

PIÈCES OBTENUES PAR

53. MOULAGE EN SABLE

PROCÉDÉ CLASSIQUE

53/01 - EXEMPLE : POULIE COURROIE TRAPÉZOÏDALE

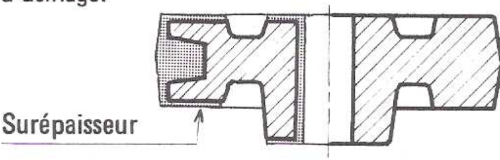


Les surfaces usinées sont repérées en trait fort sur la 1/2 coupe.

53/02 — PIÈCE À OBTENIR AU MOULAGE

☐ A gauche de l'axe : Profil de la pièce usinée avec les surépaisseurs d'usinage.

☐ A droite de l'axe : Profil de la pièce brute de fonderie.

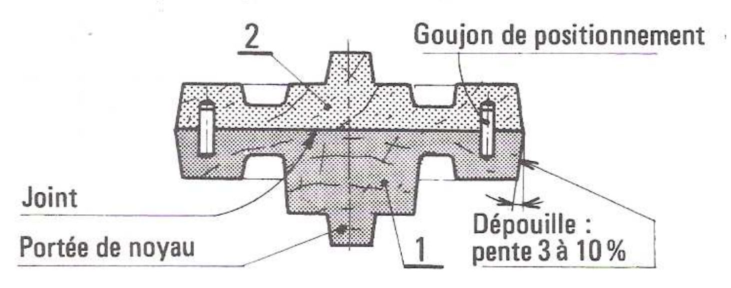


53/03 - CONFECTION DU MODÈLE PAR LE MODELEUR

☐ Pour les petites séries, le modèle est confectionné en bois demi-dur vernis, les congés sont formés avec des lanières de cuir collées.

☐ Le modèle a des dimensions supérieures à celles de la pièce, afin de tenir compte du retrait du métal après refroidissement. On majore les dimensions des pourcentages suivants : fonte 1 % - acier 2 %.

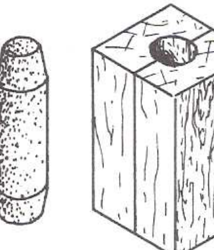
☐ Les formes du modèle doivent permettre son extraction du sable sans dégradation du moule. Dans ce but, on donne une certaine inclinaison aux parois du modèle : c'est la dépouille (pente de 3 à 10 %).

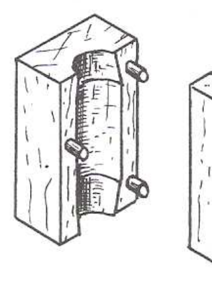


Pour exécuter des pièces en grande série, les modèles sont métalliques, usinés et polis ; montés sur plaques-modèles métalliques.

53/04 - LE NOYAU - LA BOÎTE À NOYAU

Le noyau est confectionné en sable auto-siccatif, dans une boîte à noyau. Le noyau est ensuite cuit à l'étuve pour lui donner une solidité lui permettant de résister à l'érosion du métal en fusion et aux efforts de compression qu'il subit, lors du refroidissement de la pièce.

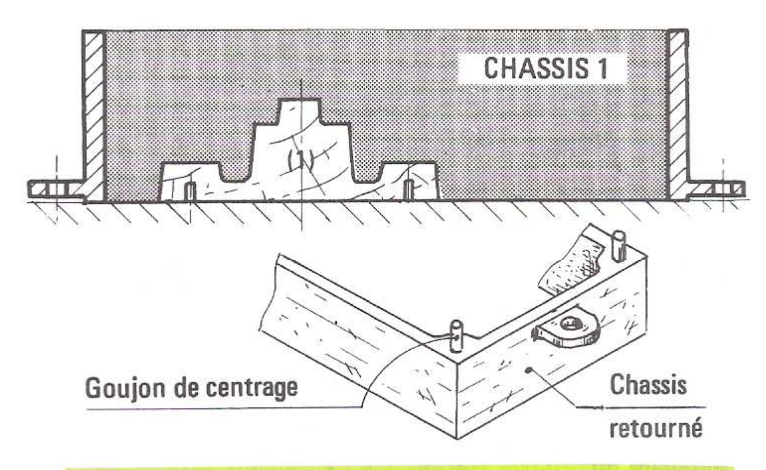




● Noyau ● Boîte à noyau fermée ● Boîte à noyau ouverte

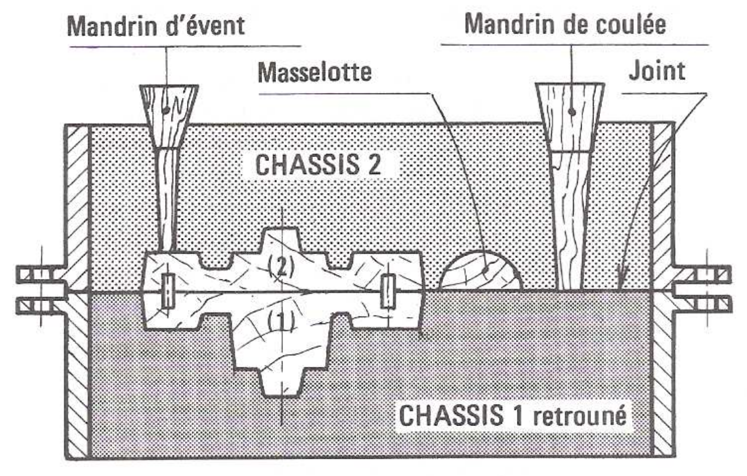
53/05 - CONFECTION DE LA PARTIE INFÉRIEURE DU MOULE

Placer la partie (1) du modèle sur un marbre. Placer le chassis (1). Tasser du sable dans le chassis.



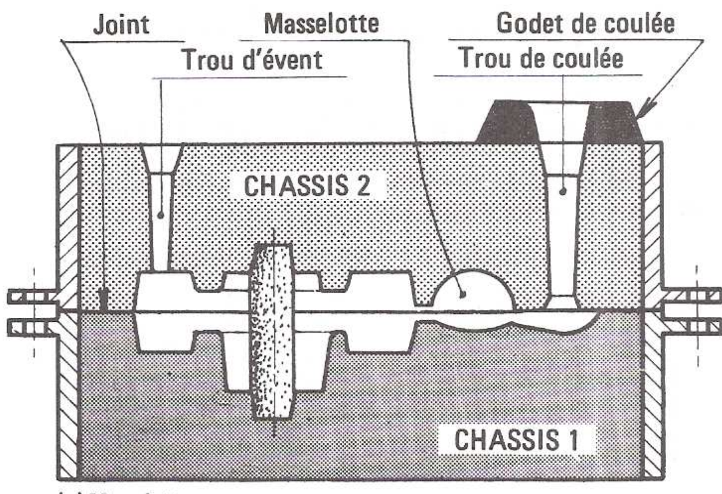
53/06 - CONFECTION DE LA PARTIE SUPÉRIEURE

Retourner le chassis (1). Compléter le modèle. Placer le chassis (2), les mandrins et les masselottes (*). Tasser du sable dans le chassis (2).



53/07 - LE REMOULAGE

Ouvrir le moule. Extraire le modèle. Creuser les passages. Placer le noyau. Refermer le moule.



(*) Masselotte :
Réserve de métal liquide destinée à céder du métal à la pièce pendant sa solidification.

53/08 - DÉCOCHAGE DE LA PIÈCE

☐ **LE DÉCOCHAGE**

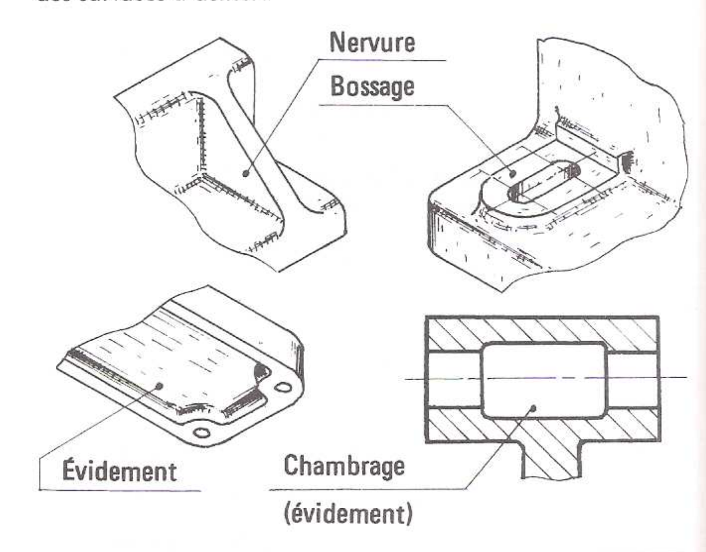
Après solidification et refroidissement du métal, le moule est placé sur une grille vibrante qui désagrège le sable et le noyau.

☐ **L'ÉBARBAGE**

La pièce est ensuite débarrassée des bavures, jets de coulée, évents et masselottes, puis nettoyée à la brosse ou au jet de sable.

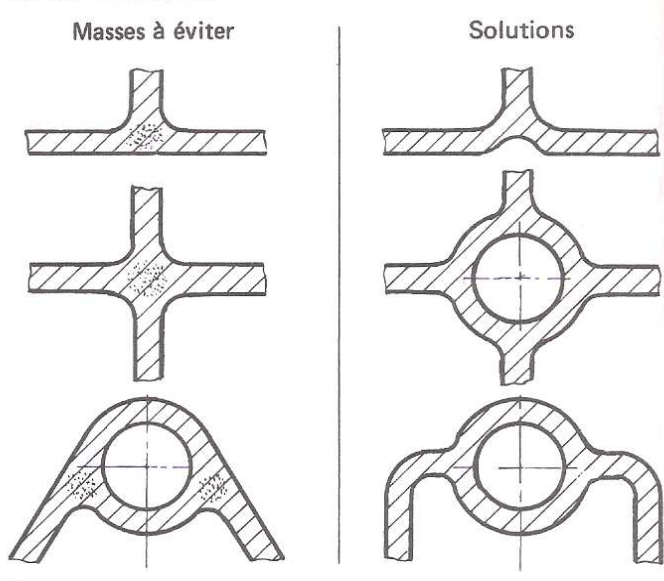
53/09 - FORMES CARACTÉRISTIQUES D'UNE PIÈCE MOULÉE

La nervure augmente la rigidité de la pièce.
Le bossage, l'évidement et le chambrage limitent la grandeur des surfaces à usiner.

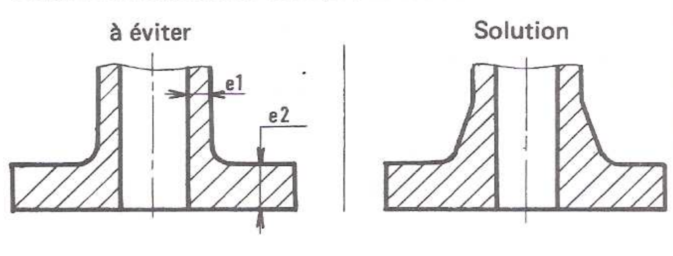


53/10 - CHANGEMENT D'ÉPAISSEUR

Pour assurer un retrait uniforme, prévoir des épaisseurs aussi constantes que possible. Supprimer les masses de métal aux raccordements.



Éviter les changements brusques de section.



54. MOULAGE EN CARAPACE

PROCÉDÉ CRONING

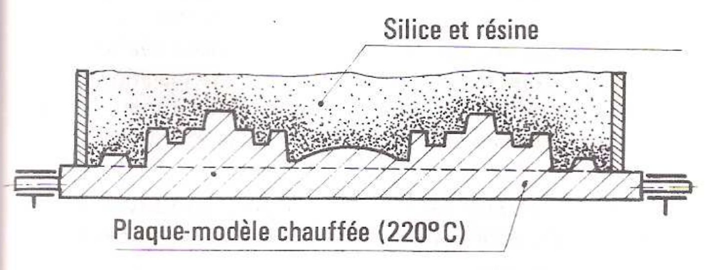
54/01 - PRINCIPE DU PROCÉDÉ

Le métal en fusion est coulé dans un moule constitué de deux coquilles appelées carapaces ou masques.

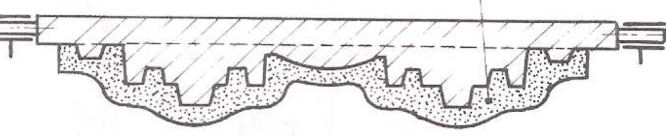
54/02 - EXÉCUTION DES CARAPACES

1. Fabriquer une plaque — modèle métallique en bronze — en aluminium — en acier ou en fonte.
2. Chauffer la plaque-modèle à environ 220°C.
3. Verser sur la plaque-modèle chauffée un mélange de grains de silice (sable) et de résine thermodurcissable (indéformable à la chaleur après solidification).

   Une partie de ce mélange fond au contact de la plaque-modèle et forme ainsi en 15 secondes une carapace de 5 mm environ.



4. Retourner la plaque-modèle pour laisser tomber le mélange de sable et de résine qui n'a pas adhéré à la plaque-modèle.



5. Placer ensuite la plaque-modèle et la carapace dans une étuve pendant 1 à 2 minutes à la température de 300°C.

   La carapace devient alors très dure et rigide. La surface intérieure en contact avec la plaque-modèle est parfaitement lisse, ce qui va donner à la pièce moulée un très bon état de surface.
6. Les carapaces ainsi formées sont assemblées, éventuellement avec des noyaux et collées. Le moule est alors prêt pour la coulée. *Voir croquis ci-contre.*

   Les moules à joint vertical sont placés dans un chassis et calés avec du sable ou de la grenaille de fonte.
7. Les pièces moulées sont décochées facilement en brisant les carapaces.

Remarque :
Les trous d'évent ne sont pas indispensables, les carapaces étant perméables.

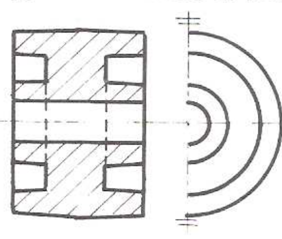
54/03 - AVANTAGES DU PROCÉDÉ CRONING

Le procédé Croning permet d'obtenir des pièces brutes avec des tolérances dimensionnelles et de forme beaucoup plus faibles qu'avec le moulage en sable traditionnel. Les frais d'usinage sont alors diminués.

Le coût de fabrication élevé de la plaque-modèle et le prix non négligeable de la résine font que ce procédé n'est utilisé que pour mouler des pièces petites ou moyennes en grande série.

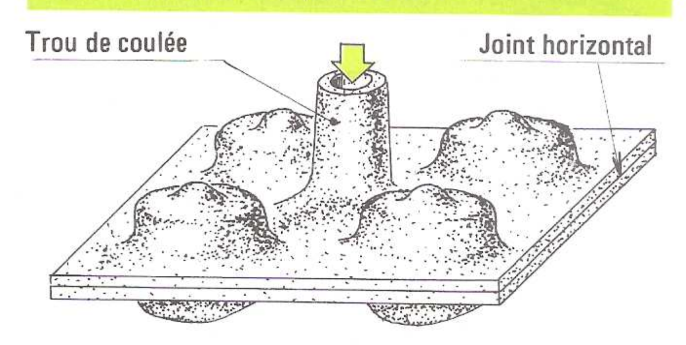
• Exemple : pièces à obtenir :

Grappe de 4 roulettes en fonte.

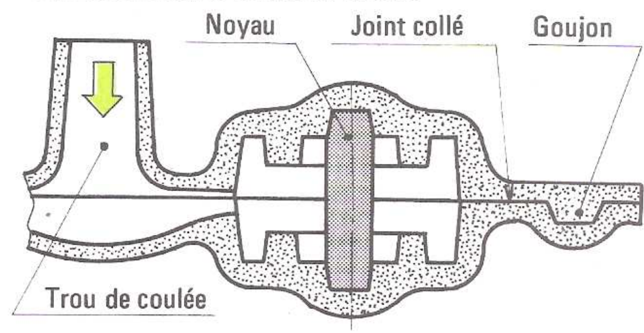




• Conception : moule à joint horizontal

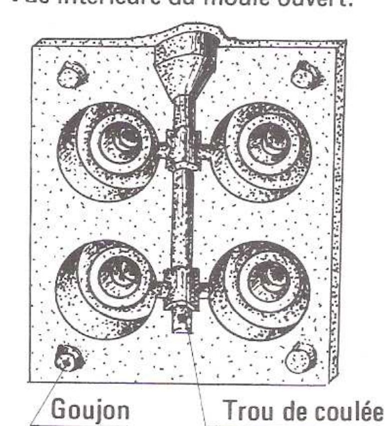


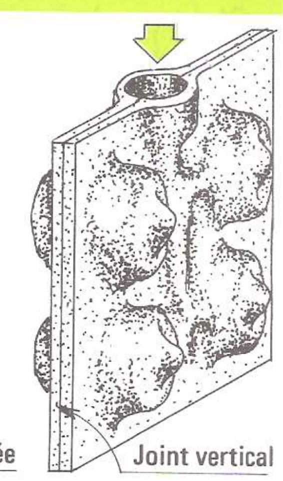
Coupe montrant les détails du moule.



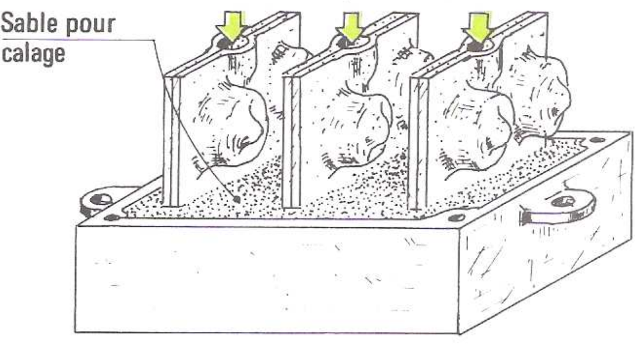
• Conception : moule à joint vertical

Vue intérieure du moule ouvert.





Les moules à joint vertical sont placés dans un chassis...



PIÈCES OBTENUES PAR
55. MOULAGE EN COQUILLE

55/01 - PRINCIPE

Le métal fondu est coulé dans un moule métallique, soit par gravité, soit sous pression.

Le moule métallique, après refroidissement du métal coulé, s'ouvre pour permettre le démoulage de la pièce.

55/02 - MOULAGE PAR GRAVITÉ MOULAGE SOUS PRESSION

☐ Dans le moulage par gravité, le métal fondu est versé directement dans le moule par le canal de coulée.

☐ Dans le moulage sous pression, le métal fondu est injecté dans le moule au moyen d'une pompe qui exerce sur le métal des pressions très élevées. Le moulage sous pression nécessite des presses très puissantes.

55/03 - LE MOULE MÉTALLIQUE (COQUILLE) POUR MOULAGE PAR GRAVITÉ

Composition d'un moule métallique :

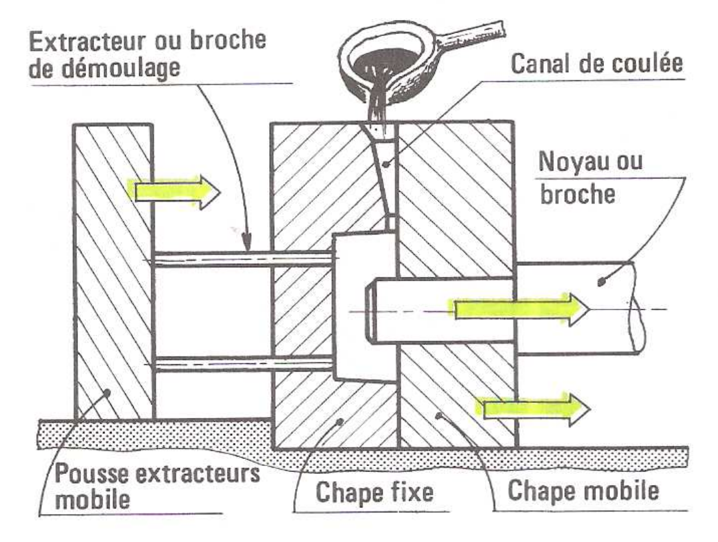
☐ Deux ou trois parties assemblées (en fonte ou acier mi-dur), positionnées par des goujons.

☐ Un canal de coulée - des évents - des tirées d'air.

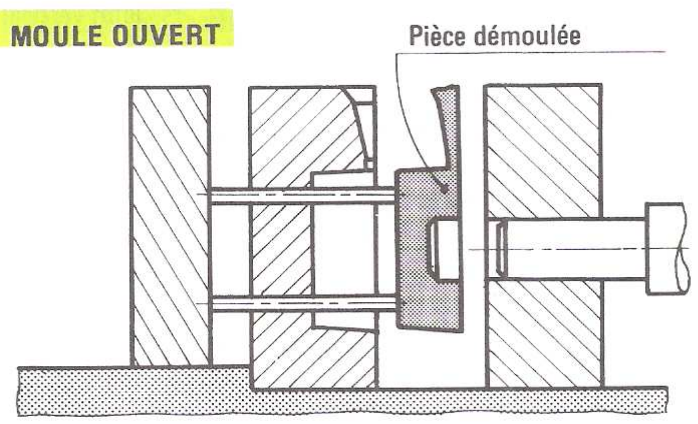
☐ Des extracteurs pour l'éjection de la pièce.

☐ Éventuellement, un ou plusieurs noyaux.

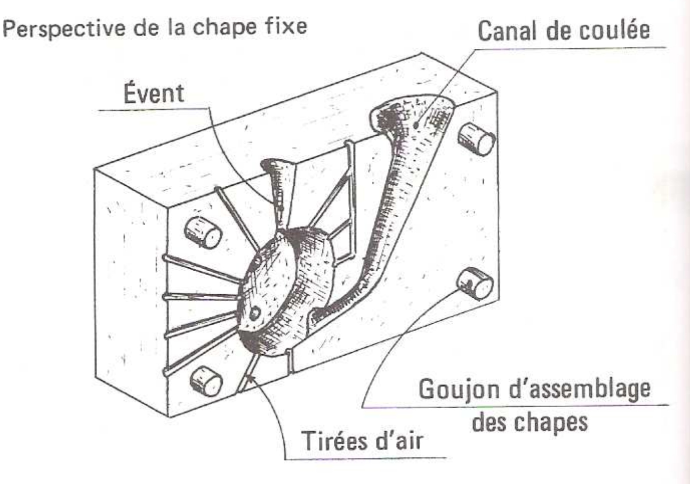
MOULE FERMÉ



MOULE OUVERT



Perspective de la chape fixe



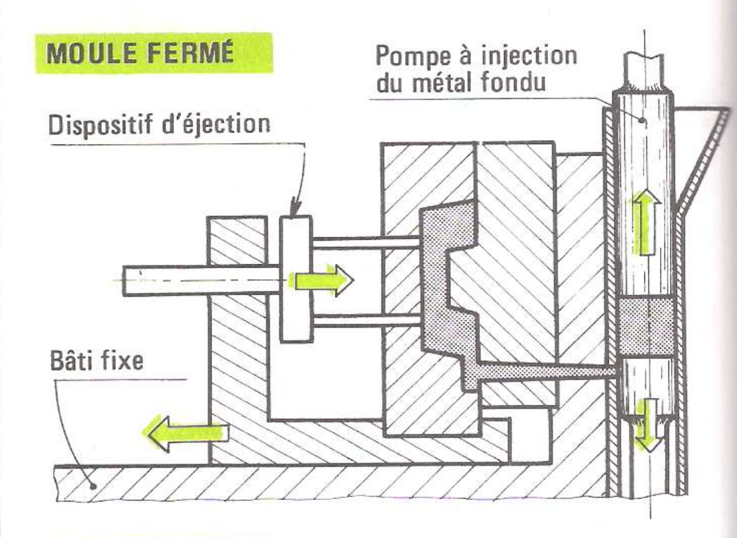
Remarques :
Afin d'éviter l'attaque du moule par le métal en fusion, les surfaces en contact avec l'alliage coulé sont enduites d'un produit appelé «poteyage».
Au début de la coulée, le moule est chauffé à environ 350°C.

55/04 - MOULAGE SOUS PRESSION

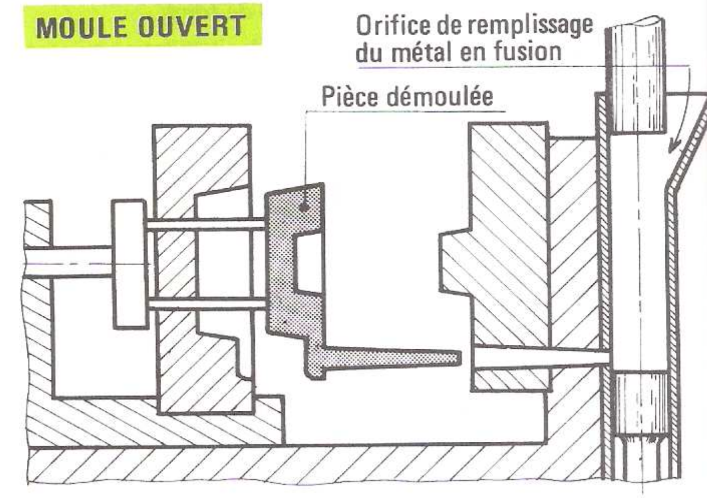
☐ Le moulage sous pression est utilisé pour réaliser des grandes séries de pièces. Il nécessite une machine comprenant une pompe à injection du métal fondu et des éléments mobiles qui assurent le moulage et le démoulage des pièces.

☐ L'état de surface obtenu avec le moulage sous-pression permet, dans de nombreux cas, d'utiliser les pièces moulées sans usinage.

MOULE FERMÉ



MOULE OUVERT



56. MOULAGE DES MATIÈRES PLASTIQUES (M.P.)

56/01 - LES GROUPES DE MATIÈRES PLASTIQUES

LES M.P. THERMODURCISSABLES (THD) :

Les objets réalisés en M.P. thermodurcissables ne se ramolissent pas sous l'action de la chaleur. Ils ont une bonne dureté superficielle et une bonne rigidité.

Exemples : objets en bakélite - formica - coques de bateau - carrosserie en polyester - carapace pour moule en fonderie (voir procédé Croning) - agglomérant pour meule - P.R.V. (plastique renforcé par des fibres de verre).

LES M.P. THERMOPLASTIQUES (THP) :

Les objets obtenus en M.P. thermoplastiques se ramolissent sous l'action de la chaleur. Ils sont plus ou moins souples.

Exemples : joints - tuyaux - stylos - jouets - films - bouteilles - isolants pour câbles électriques - objets en polystyrène ...

56/02 - MOULAGES DES M.P. - PRINCIPE

La matière première se présente sous la forme de poudre à mouler.

MOULAGE DES M.P. THERMODURCISSABLES (THD) :

La poudre à mouler est comprimée et chauffée dans un moule. La M.P. passe d'abord à l'état pâteux (plastique) puis durcit ensuite sous l'action de la chaleur du moule. Deux procédés de moulage sont utilisés :

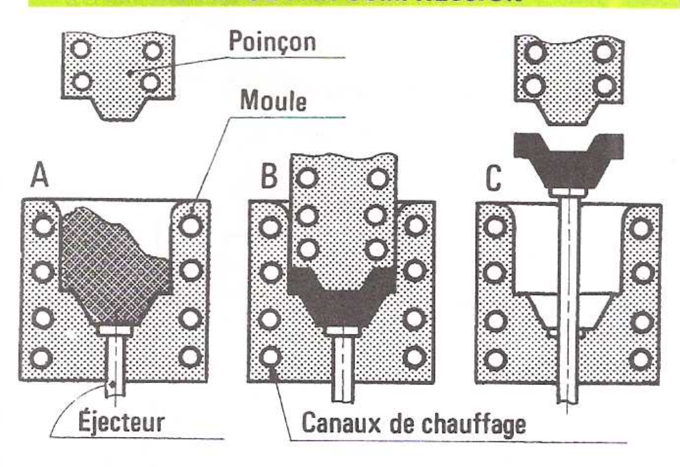
- **Moulage par compression** - voir 56/03
- **Moulage par transfert** - voir 56/04

MOULAGE DES M.P. THERMOPLASTIQUES (THP) :

La poudre à mouler est d'abord chauffée afin de la rendre plastique ; elle est ensuite injectée dans un moule froid. Le refroidissement durcit la M.P. (contrairement aux M.P. THD). Deux procédés de moulage sont utilisés :

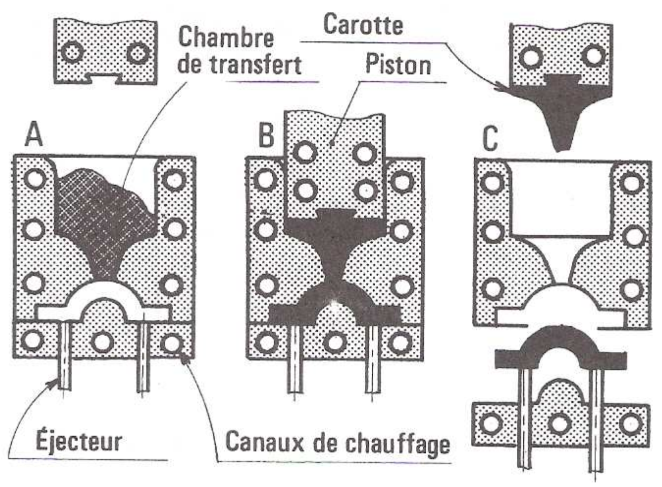
- **Moulage par injection** - voir 56/05
- **Moulage par extrusion** - voir 56/06

56/03 - MOULAGE PAR COMPRESSION



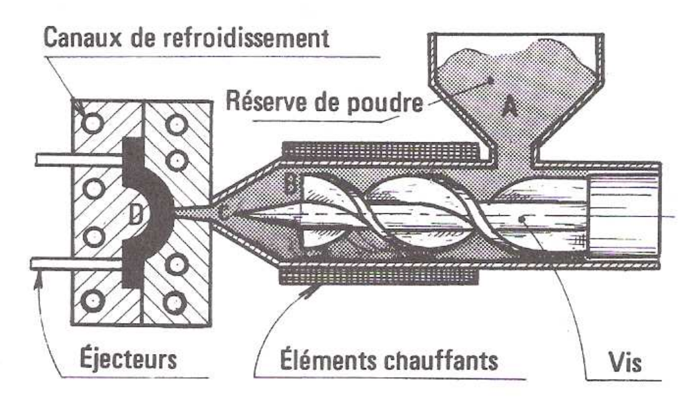
A. Remplissage du moule de la quantité de poudre nécessaire pour le moulage de la pièce.
B. Pressage et chauffage de la M.P.
C. Ouverture du moule. Éjection de la pièce.

56/04 - MOULAGE PAR TRANSFERT



A. Remplissage de la chambre de transfert.
B. Chauffage et transfert de la M.P. de la chambre dans le moule, sous l'action du piston.
C. Ouverture du moule. Éjection de la pièce. Évacuation de la carotte fixée sur le piston.

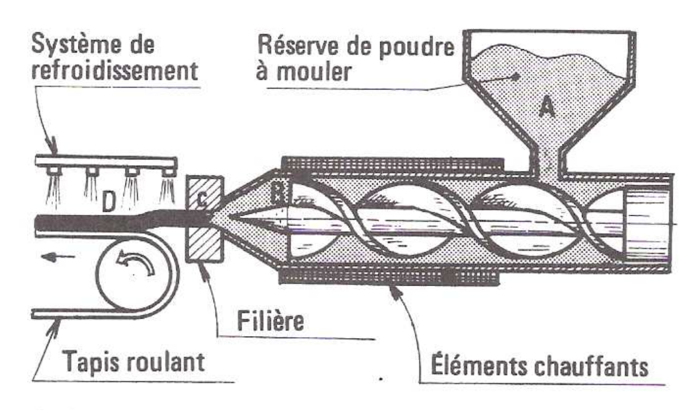
56/05 - MOULAGE PAR INJECTION



A. Réserve de poudre à mouler.
B. La M.P. chauffée devient une pâte malléable (plastique).
C. La M.P. est injectée dans le moule.
D. Le moule froid fige la pièce dans ses formes définitives.

56/06 - MOULAGE PAR EXTRUSION

Pour produire des profilés, des tubes, des plaques, etc...



A. Réserve de poudre à mouler.
B. La M.P. chauffée devient une pâte malléable (plastique).
C. La M.P. comprimée passe à travers une filière.
D. Le produit refroidi est figé dans ses formes définitives.

PIÈCES OBTENUES PAR

57. MATRIÇAGE - ESTAMPAGE

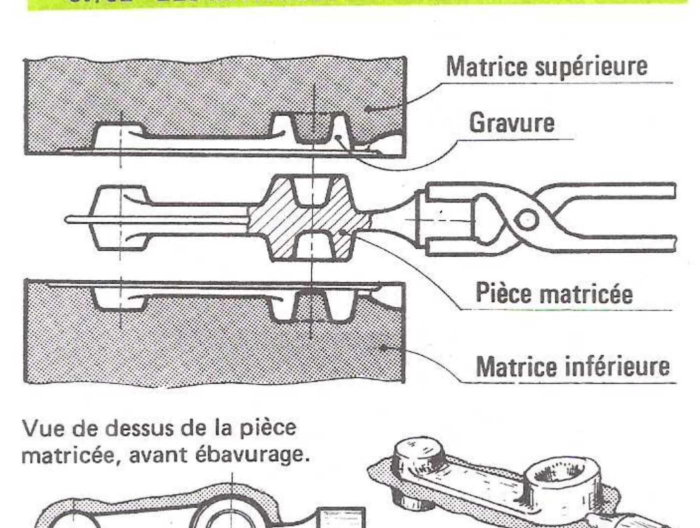
57/01 - PRINCIPE DU PROCÉDÉ

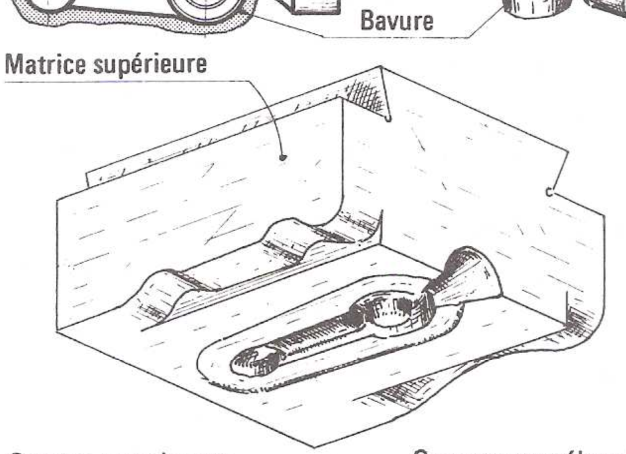
☐ L'estampage ou le matriçage est un procédé de fabrication qui consiste à obtenir une pièce métallique en obligeant un lopin (préalablement chauffé pour le rendre pâteux) à remplir des formes creusées dans deux matrices en acier.

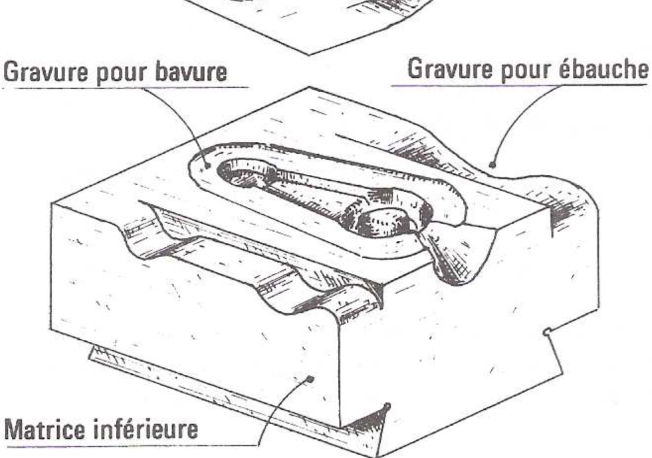
☐ Ces deux matrices sont appliquées l'une contre l'autre plus ou moins rapidement avec un marteau-pilon ou une presse.

☐ L'empreinte creusée dans chaque matrice est appelée : «une gravure».

57/02 - LES MATRICES



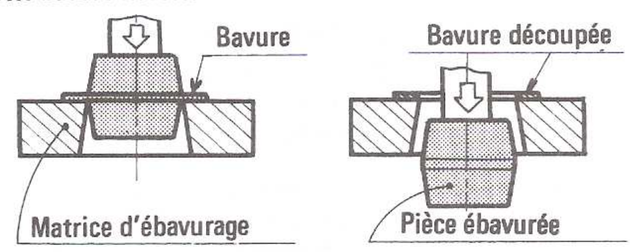




57/03 - LA BAVURE - ÉBAVURAGE

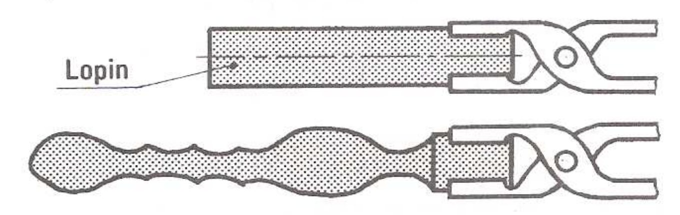
Sur chaque matrice, tout autour de la gravure de la pièce, est ménagé un léger creux destiné à recevoir l'excédent de matière appelé : bavure.

Cette bavure nécessaire est ensuite cisaillée.



57/04 - ÉBAUCHE AVANT MATRIÇAGE

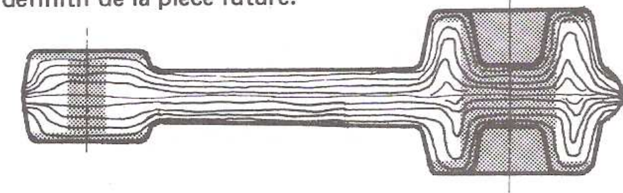
Avant estampage de la pièce, on réalise une ébauche sur une matrice à gravures multiples, ou manuellement sur un pilon auto-compresseur.



57/05 - CARACTÉRISTIQUES D'UNE PIÈCE ESTAMPÉE

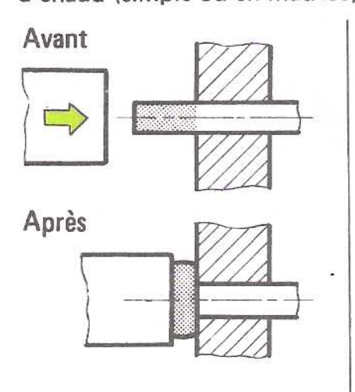
☐ Un lingot d'acier (résultat d'une coulée) n'est pas une masse absolument compacte, ni homogène. Le laminage à chaud du lingot améliore la compacité de l'acier et donne naissance à des fibres qui provoquent une augmentation considérable des caractéristiques mécaniques du métal ; l'estampage poursuit l'action bénéfique de pétrissage du métal, commencée par le laminage.

☐ Pour obtenir le maximum de résistance d'une pièce estampée usinée, il est souhaitable que la déformation de la matière soit telle que les fibres épousent le contour définitif de la pièce future.



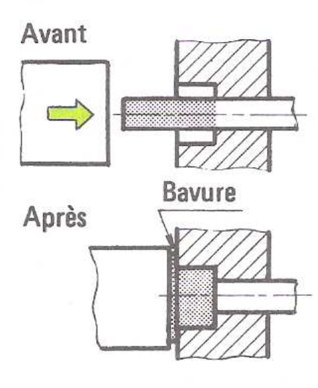
57/06 - MACHINES À FORGER

Ces machines effectuent des opérations de refoulement à chaud (simple ou en matrice).





☐ Refoulement simple.



☐ Refoulement en matrice.

PIÈCES OBTENUES PAR

58. EXTRUSION

58/01 - PRINCIPE DU PROCÉDÉ

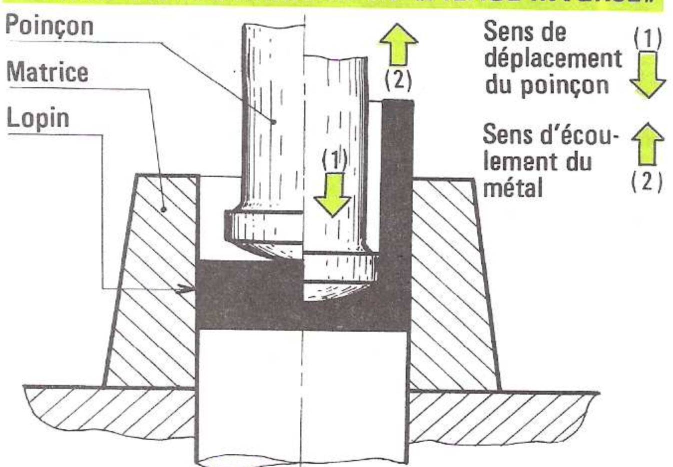
L'extrusion est un procédé de fabrication de pièces métalliques profilées par écoulement de métal sous des pressions élevées.

58/02 - LE LOPIN ET SON TRAITEMENT

Lopin : Nom donné à la pièce débitée, avant d'être extrudée.

Avant extrusion, le lopin subit un traitement de surface qui a pour but de diminuer le frottement dans les outillages. Ce traitement consiste à effectuer un décapage, une phosphatation et une lubrification dans un bain chaud de savon.

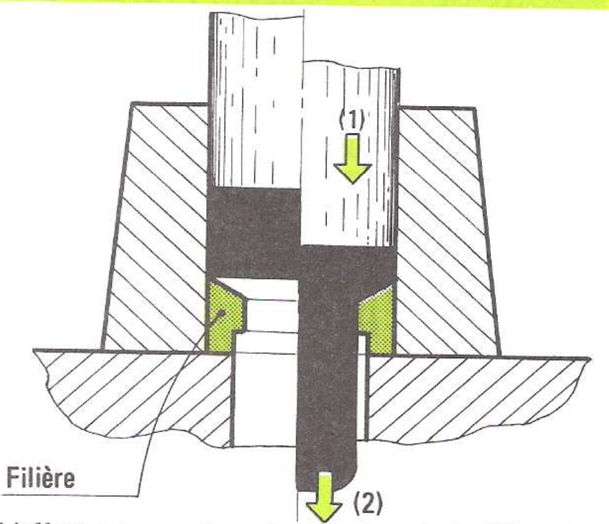
58/03 - FILAGE ARRIÈRE dit «FILAGE INVERSE»



L'effort est exercé sur toute la surface du lopin. Le métal s'écoule en sens inverse de la marche du poinçon. *Voir flèche (1) et (2) ci-dessus.*

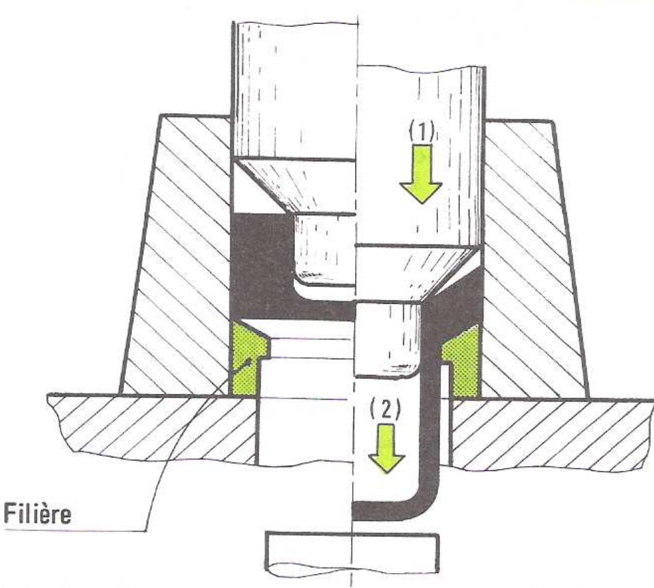
Remarque :
C'est avec ce procédé que sont fabriqués les tubes pour médicaments, bombes aérosols, etc...

58/04 - FILAGE AVANT dit «FILAGE DIRECT»



L'effort est exercé sur la couronne de la filière. Le métal s'écoule au travers de la filière dans le même sens que le déplacement du poinçon. *Voir flèches (1) et (2).* L'ensemble de la matière ne traverse pas la filière.

58/05 - FILAGE DIRECT CREUX

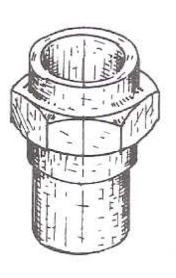


Opération identique au filage direct, mais appliquée à des corps creux obtenus par filage inverse. Le métal s'écoule au travers de la filière.

58/06 - AVANTAGES DE L'EXTRUSION

1. Économie de matière. *voir exemple ci-dessous.*
2. État de surface excellent. Dimensions précises. Les pièces sont souvent utilisées sans usinage sur machine-outil.
3. Les pièces extrudées sont généralement réalisées 5 à 20 fois plus rapidement que les pièces décolletées.
4. Le travail à froid améliore les caractéristiques mécaniques du métal.

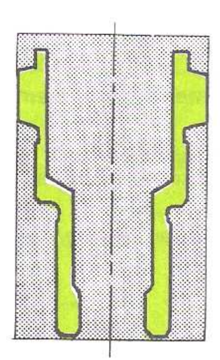
58/07 - EXEMPLE : CULOT DE BOUGIE



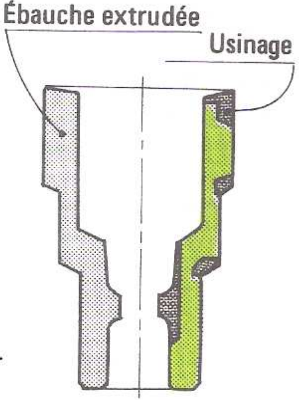
Pièce extrudée

Pièce usinée dans la masse (décolletée)

Pièce extrudée, puis usinée



Poids du lopin : 132 g
Poids pièce finie : 33 g
Perte : 99 g



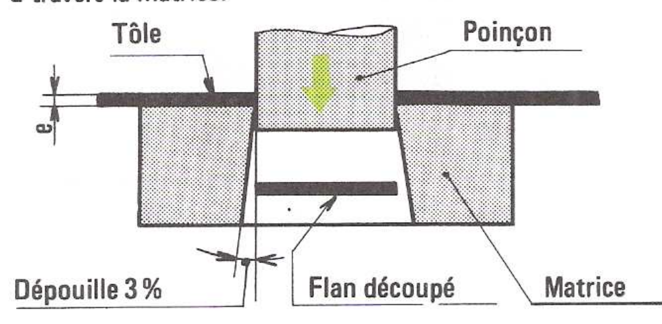
Poids pièce extrudée : 43 g
Poids pièce finie : 33 g
Perte : 10 g

TRAVAIL DES MÉTAUX EN FEUILLES

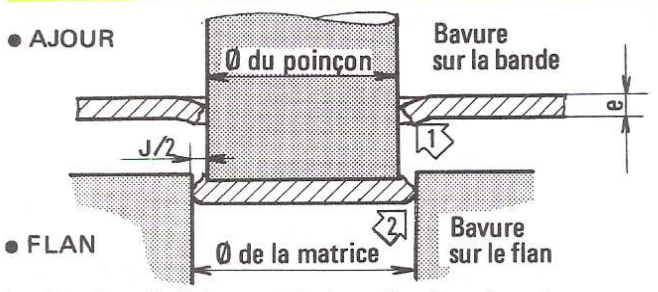
59. DÉCOUPAGE A LA PRESSE

59/01 - PRINCIPE DU DÉCOUPAGE

La pièce à réaliser est obtenue par cisaillement. Un poinçon traverse la bande de tôle et découpe un flan qui tombe à travers la matrice.



59/02 - LES BAVURES - sur la bande - sur le flan



Le diamètre de l'ajour est égal au diamètre du poinçon.

Le diamètre du flan est égal au diamètre de la matrice.

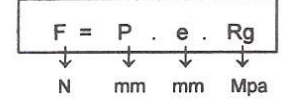
59/03 - LES JEUX DE DÉCOUPAGE

Le jeu se répartit également sur toute la périphérie du poinçon ou de la matrice.

Le jeu est fonction de l'épaisseur et de la nature du métal.

Acier S185 E295 et Laiton :	Jeu = 1/20e de l'épaisseur
Acier C60 :	Jeu = 1/15e de l'épaisseur
Aluminium :	Jeu = 1/10e de l'épaisseur

59/04 - EFFORT DE DÉCOUPAGE



F = Effort nécessaire au découpage

P = Périmètre à découper

e = Épaisseur de la tôle

Rg = Résistance à la rupture au cisaillement (par glissement)

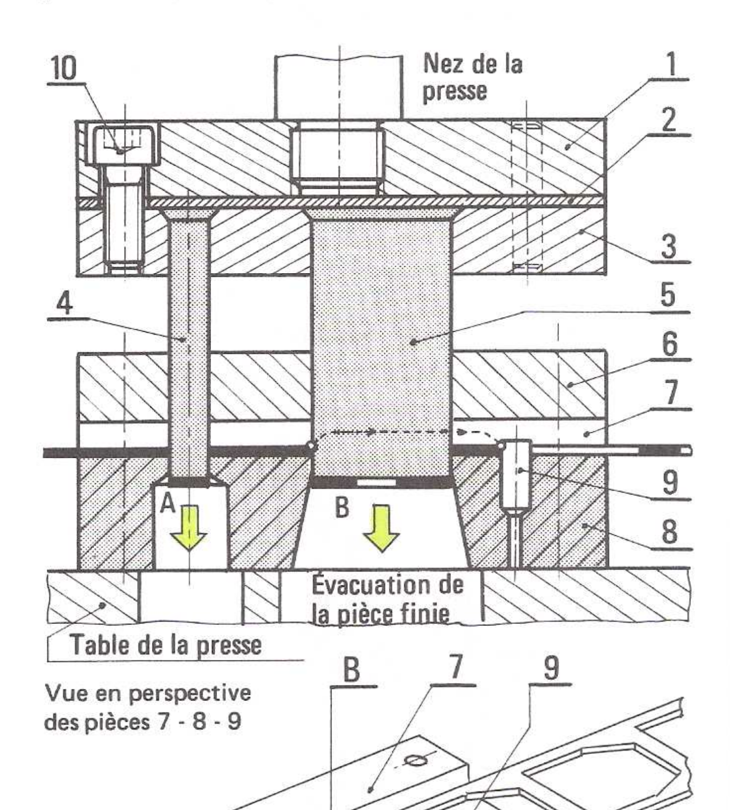
Remarque :
La résistance à la rupture au cisaillement (Rg), pour les métaux fibreux; est sensiblement égale à la moitié de la résistance à la rupture par traction (R).

- *Exemples de résistance à la rupture par traction (Rm) de quelques métaux :*

Métaux	Rm
Acier S 185	310 à 540 MPa
Acier S 355	450 à 680 MPa
Aluminium	70 à 150 MPa
Laiton	320 à 380 MPa

59/05 - OUTIL OUVERT dit «PARISIEN»

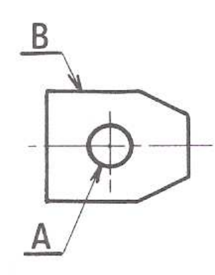
L'outil «parisien» est la réunion en un seul bloc de plusieurs outils de découpage destinés à la fabrication d'une pièce en grande série, sur une presse.



Pièce à obtenir :

Le trou A, appelé ajour est obtenu avec le poinçon (4) et la matrice (8).

Le détourage (B) du flan est obtenu avec le poinçon (5) et la matrice (8).



Nomenclature

1. Plaque porte-nez du coulisseau de la presse.
2. Plaque de choc ou plaque d'appui (tôle bleue)
   Cette pièce, en tôle d'acier fondu bleuie (très dure) reçoit le choc des poinçons au moment du découpage. Sans cette plaque, les poinçons trempés pénètreraient dans la plaque porte-nez et prendraient rapidement du jeu.
3. Plaque porte-poinçon.
4. Poinçon d'ajour.
5. Poinçon de détourage.
6. Contreplaque.
7. Guide bande gauche et guide bande droite.
8. Matrice.
9. Butée d'avancement ou engrenage.
10. Goupilles et vis de fixation.

MATÉRIAUX UTILISÉS : Voir 59/12

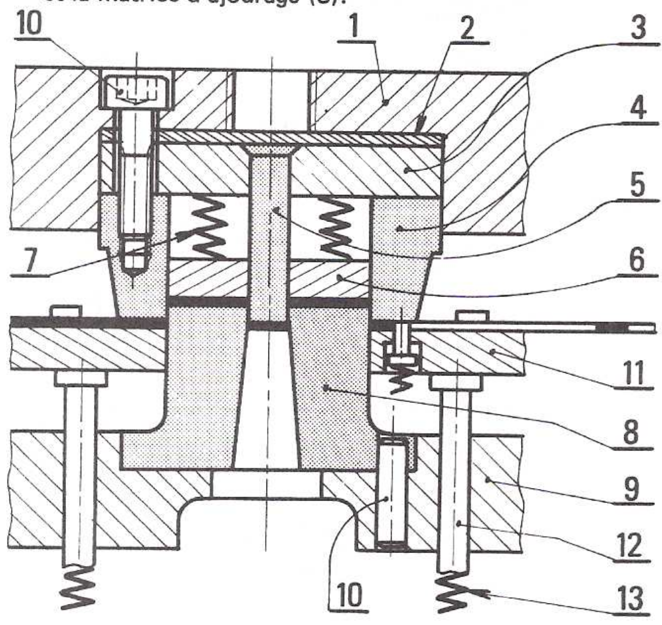
59/06 - OUTIL BLOC dit «OUTIL SUISSE»

Un outil bloc dit «outil suisse» permet d'obtenir, dans le flan, et en même temps que le découpage (détourage) de celui-ci, les poinçonnages et ajourages de la pièce.

Les différents éléments de l'outil sont montés sur un bloc à colonnes.

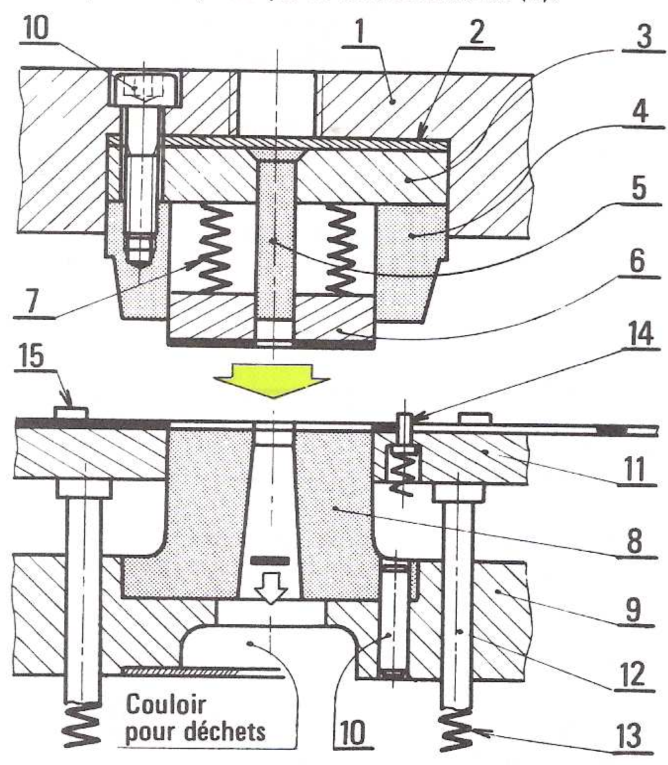
OUTIL FERMÉ

- Le détourage (B) du flan est obtenu avec le poinçon (8) et la matrice de détourage (4).
- Le poinçonnage du trou (A) est obtenu avec le poinçon (5) et la matrice d'ajourage (8).



OUTIL OUVERT

- La bande est dévêtie (*) par le dévêtisseur (11).
- La pièce est éjectée par le fond de matrice (6).



(*) **Dévêtir :**
Soulever la bande pour la dégager du poinçon.

NOMENCLATURE :

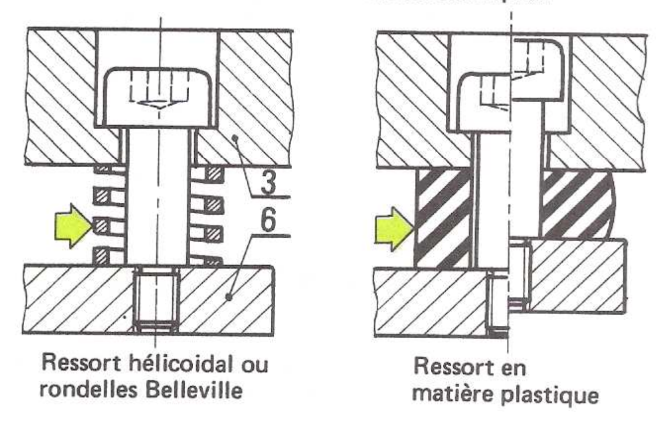
1. Bâti supérieur
2. Plaque de choc ou plaque d'appui (tôle bleue)
3. Porte-poinçon d'ajourage
4. Matrice de détourage
5. Poinçon d'ajourage
6. Fond de matrice ou éjecteur
7. Ressorts ou rondelles caoutchouc
8. Poinçon de détourage - matrice d'ajourage
9. Bâti inférieur
10. Goupilles et vis d'assemblage
11. Dévêtisseur de bande - guidé ou non par les colonnes
12. Colonnes de pression ou ressorts agissant directement sur le dévêtisseur de bande (11)
13. Appareil à ressorts situé dans la presse
14. Butée de pas - engrenage
15. Guide-bande

Non figurées sur le dessin : 2 ou 4 colonnes de guidage du bâti supérieur (1) et du dévêtisseur de bande (11).

59/07 - RESSORTS

Pour assurer l'éjection des flans et le dévêtissement de la bande, des éléments élastiques agissent sur le fond de matrice (6) et le dévêtisseur de bande (11).

Des vis limitent l'action de ces éléments élastiques.

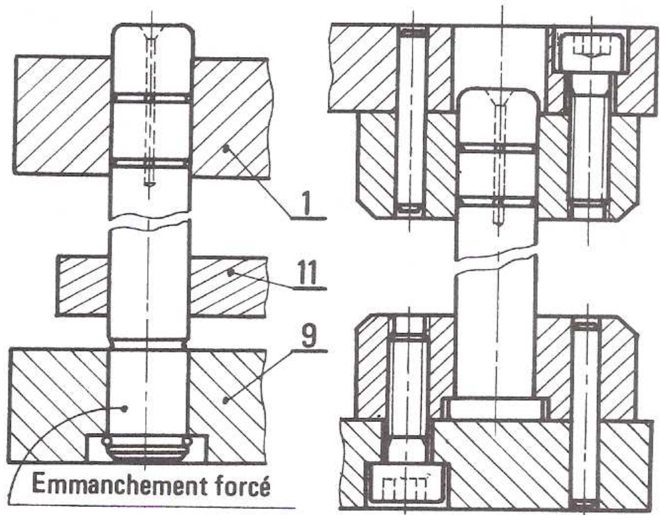


Ressort hélicoidal ou rondelles Belleville — Ressort en matière plastique

59/08 - GUIDAGE DES BATIS SUR COLONNES

Les colonnes se font en acier 16 Ni Cr 6 cémenté, trempé et rectifié.

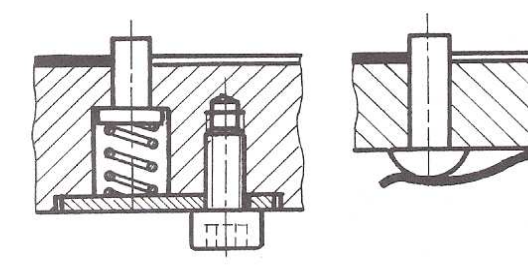
Ci-dessous 2 montages courants.



Le guidage des colonnes dans le bâti supérieur (1) peut également être assuré par des douilles star (*voir chapitre 22/11*).

59/09 - BUTÉES DE PAS - ENGRENAGE

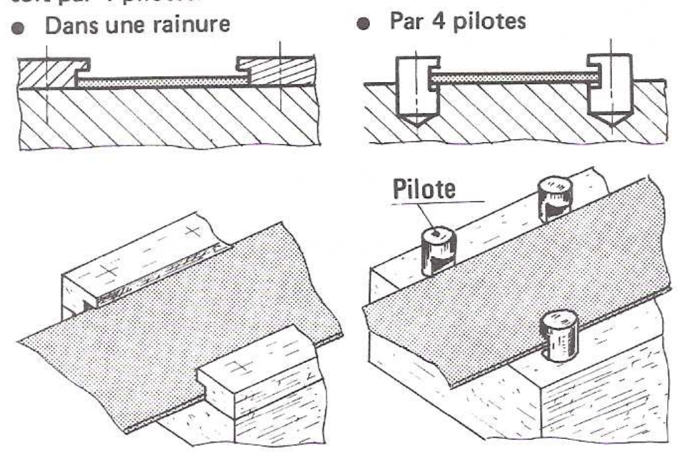
Les butées d'avancement ou engrenage doivent s'effacer au moment du découpage du flan. Elles fonctionnent généralement à l'aide de ressorts.



59/10 - GUIDE-BANDE

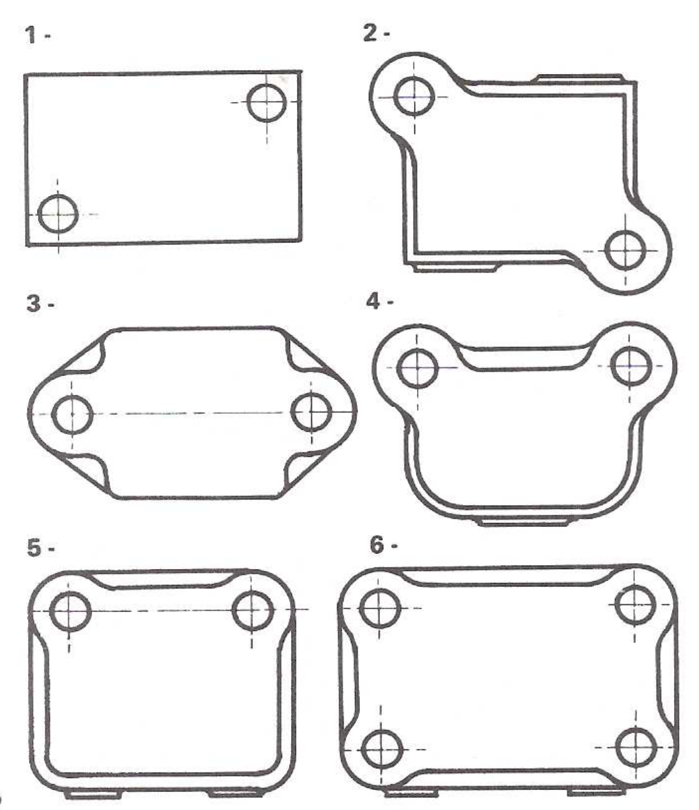
La bande est guidée latéralement, soit dans une rainure, soit par 4 pilotes.

- Dans une rainure
- Par 4 pilotes



59/11 - BLOCS À COLONNES

Il existe des bâtis de formes et de dimensions diverses standardisés, sur lesquels sont montés les différents éléments de l'outil. Ci-dessous, quelques exemples, vus par dessus.

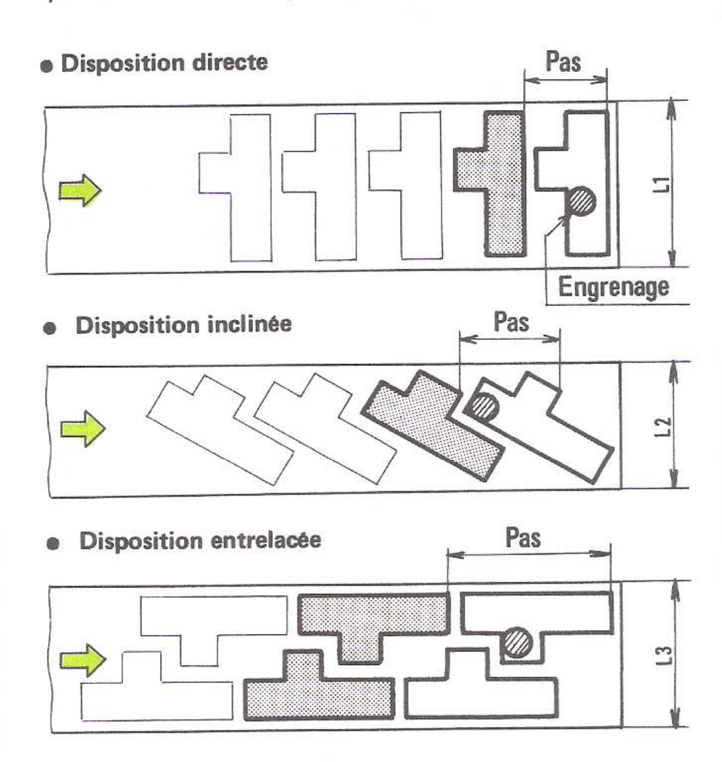


59/12 - MATÉRIAUX UTILISÉS

Blocs-semelles	EN-GJL 250 - Acier C 40
Poinçons-matrices	C 60 à 100 Cr 6 30 Cr Ni Mo 8 Kalem 1 et 2 (alliages de Zn)
Plaques de choc - Serre-flan	C 60
Colonnes - goupilles	16 Cr Ni 6
Pilotes - petites chandelles et goupilles - petits poinçons.	Acier stubs

59/13 - MISES EN BANDE

La disposition des flans dans la bande peut être : directe, inclinée ou entrelacée. La disposition choisie doit être celle qui assure le moins de perte de métal.

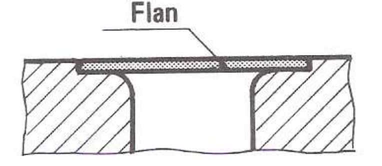


59/14 - DRAGEOIRS - PILOTES

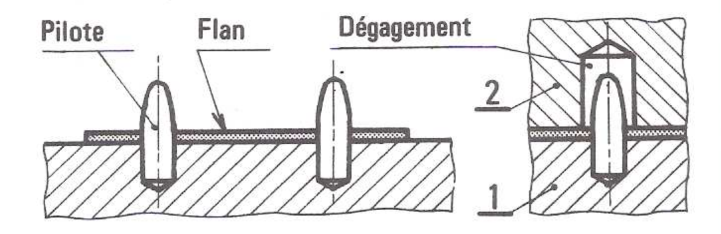
Les flans détourés sont souvent ensuite repris pour être cambrés ou emboutis. *Voir pages suivantes.*

Les flans sont alors mis en position sur les outils de cambrage ou d'emboutissage, par des drageoirs ou des pilotes.

- **Drageoir :** Entaille pratiquée dans la partie inférieure d'un outil.



- **Pilotes :** Lorsque le flan est poinçonné, le drageoir est remplacé par des pilotes au diamètre des poinçonnages.



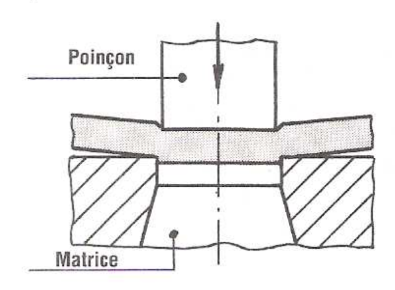
TRAVAIL DES MÉTAUX EN FEUILLES

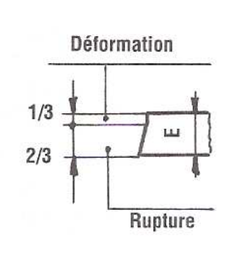
60. DÉCOUPAGE FIN

60/01 - ÉTUDE COMPARATIVE ENTRE LES DEUX TYPES DE DÉCOUPAGE

- **Découpage traditionnel :**

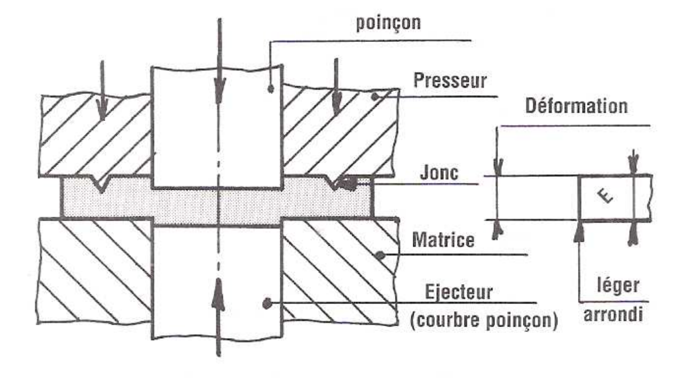
La tôle se déforme avant de se rompre sous l'action du poinçon, l'on assiste à un allongement de la tôle, puis à la formation de fissures au voisinage des zones coupantes du poinçon et de la matrice.
Résultat :
Dans le cas du découpage traditionnel, la tranche de la tôle présente une zone de déformation et de rupture.



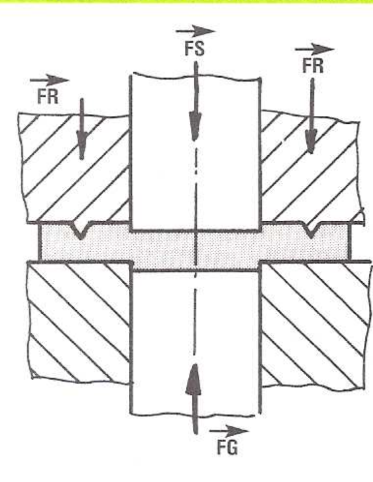


- **Découpage fin : (Découpage de précision)**

L'outil de découpage fin est réalisé à partir d'un outil suisse, la bande de tôle est bloquée en place par un jonc placé sur le presseur. Le poinçon pousse le métal de la pièce à découper dans la matrice qui ne coupe pas.
Résultat :
Dans le cas du découpage fin, la tranche de la tôle présente uniquement une zone de déformation.



60/02 - EFFORTS MIS EN ŒUVRE



$\vec{FS}$: Effort de découpage

$\|\vec{FS}\|$ = L.e.Rm.0,9

$\vec{FR}$: Effort sur le presseur

$\|\vec{FR}\|$ = 30 à 50% de Fs

$\vec{FG}$: Effort de contre pression

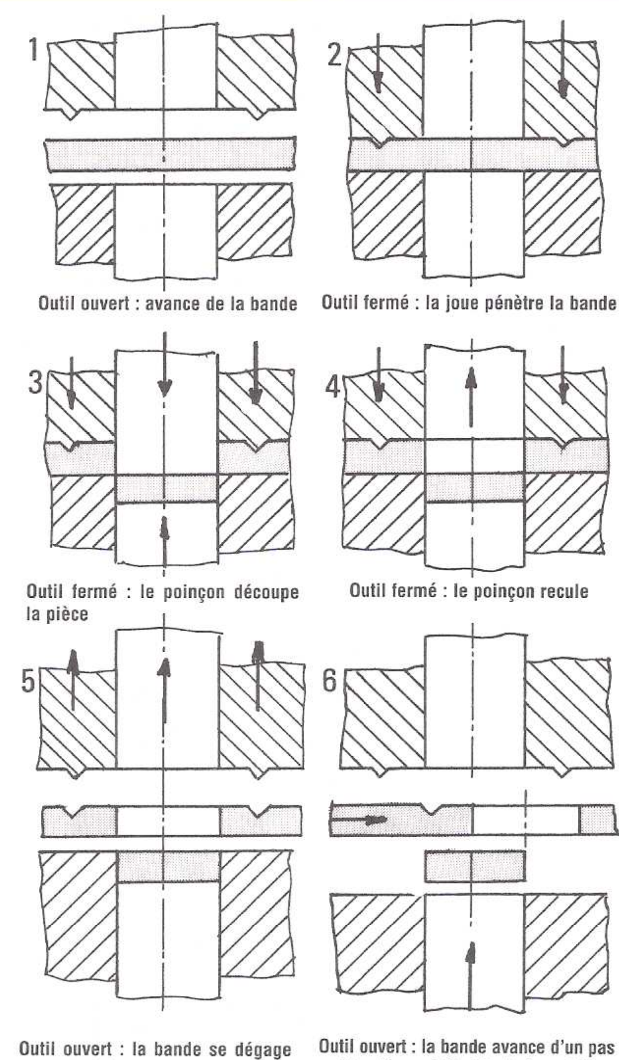
$\|\vec{Fg}\|$ = 10 à 15% de Fs

Unités : L, e en mm

Rm : Résistance de la tôle en MPa

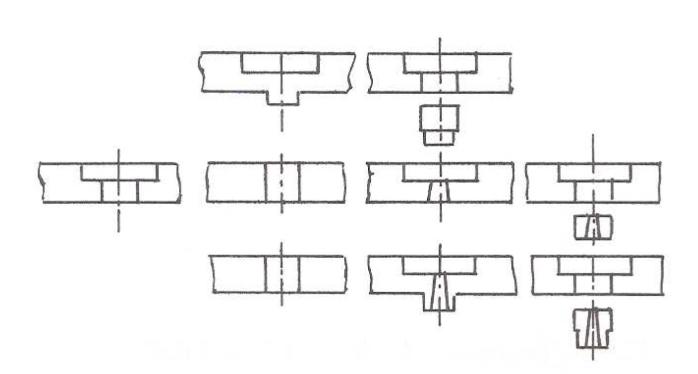
0,9 : Coefficient de sécurité

60/03 - CYCLE DE FONCTIONNEMENT

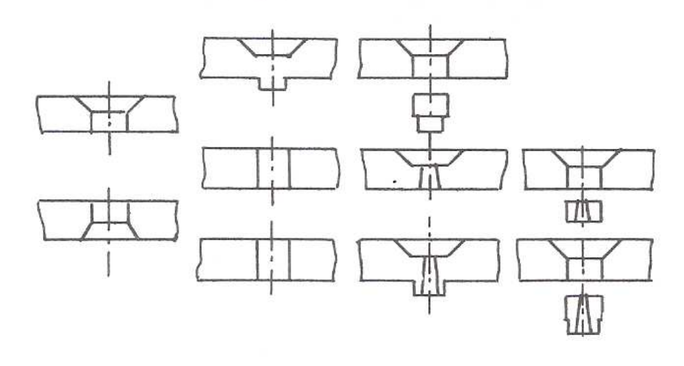


60/04 – PROCESSUS D'OBTENTION DE FORMES

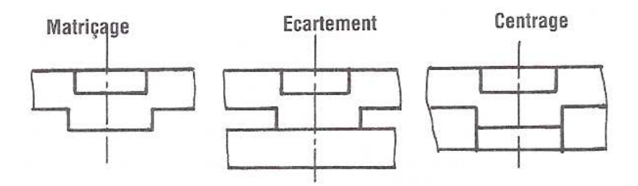
- **Enfoncement cylindrique**



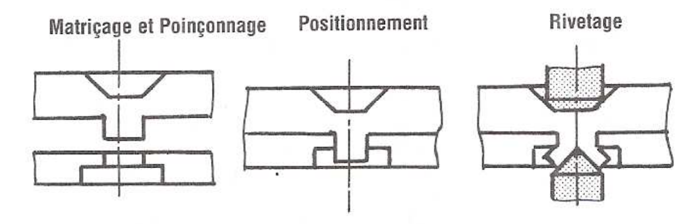
- **Enfoncement conique**



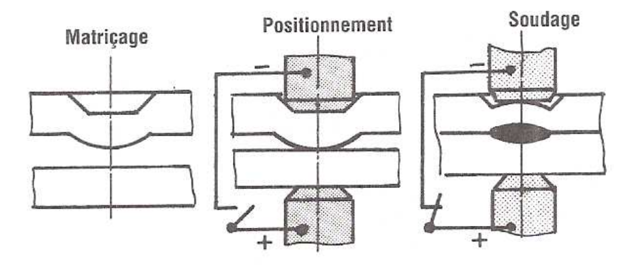
- **Semi-découpe**



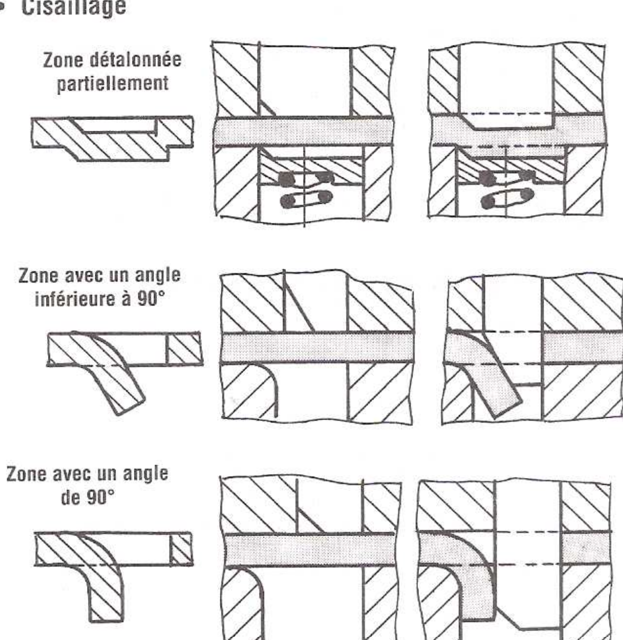
- **Rivure : réalisation d'une liaison permanente**



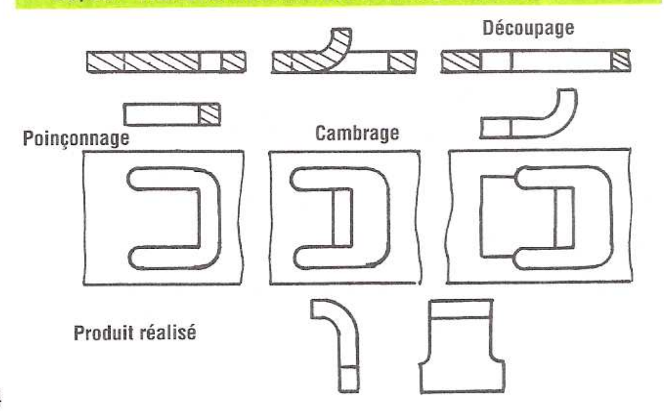
- **Soudage par point : Réalisation d'une liaison permanente**



- **Cisaillage**

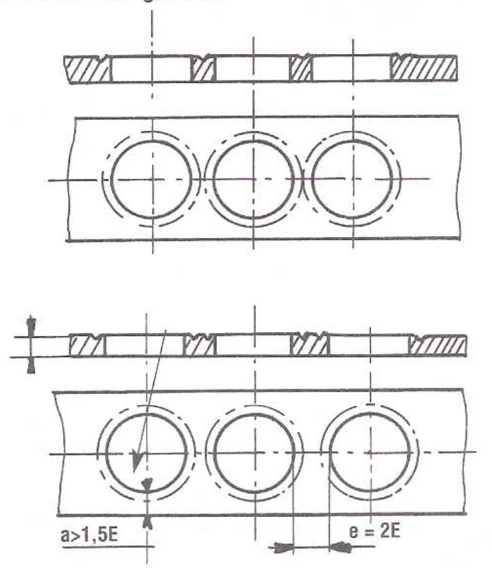


60/05 - RÉALISATION D'UNE PIÈCE CAMBRÉE



60/06 : ESPACEMENT ENTRE LES PIÈCES

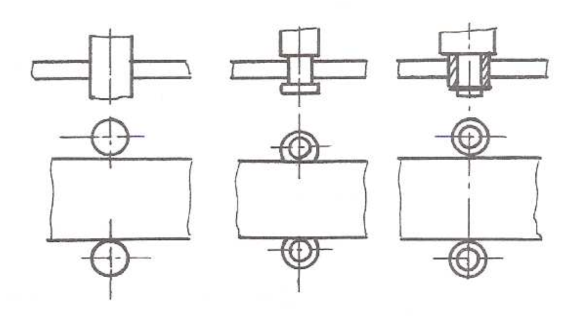
Pour réaliser un découpage efficace sans détériorer l'outillage, il faut prévoir au moment de tracer la mise en bande un espace minimal entre les pièces. Les empreintes laissées par les saillies annulaires du jonc ne doivent pas se couper ou être tangentes.



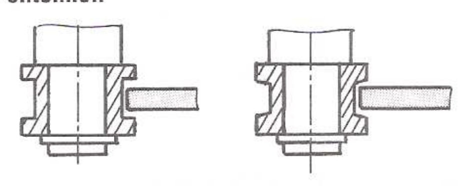
60/07 - ÉLÉMENT D'UN OUTILLAGE

- Guidage de la bande.

- **Guides simples**



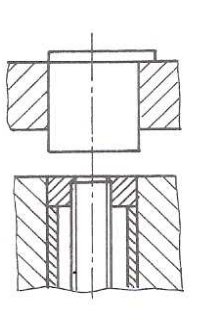
- **Guides à entonnoir**

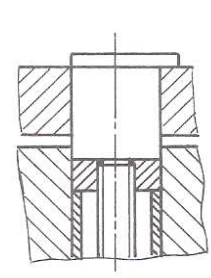


- BOULONS

- **Boulons de vérouillage**

Le boulon de vérrouillage absorbe les efforts transversaux de découpage et assure une mise en position rigoureuse. Une plaque de fermeture évite l'introduction de déchets dans l'outillage.





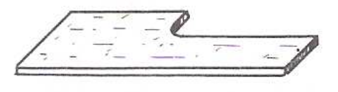
TRAVAIL DES MÉTAUX EN FEUILLES

61. LE CAMBRAGE À LA PRESSE

61/01 - PIÈCE CAMBRÉE - PIÈCE DÉVELOPPABLE

La pièce à réaliser est obtenue à partir d'une tôle plane qui ne subit comme déformation que des pliages, appelés cambrages.

La pièce réalisée est alors développable, c'est-à-dire qu'il doit être possible, théoriquement, de lui faire reprendre sa forme et ses dimensions initiales.



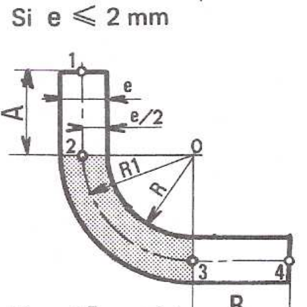
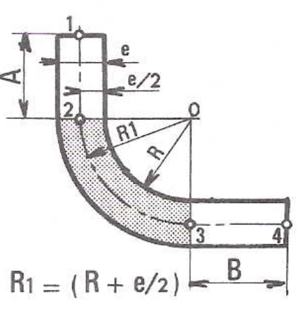
- Flan avant cambrage



- Pièce cambrée

61/02 - CALCUL DE LA LONGUEUR DÉVELOPPÉE

Si $e \leqslant 2$ mm

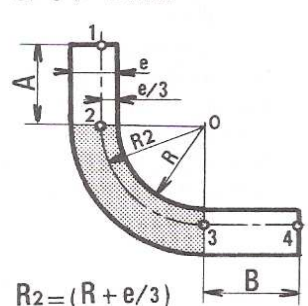



$R_1 = (R + e/2)$

La longueur développée de la partie cambrée est la longueur de la fibre moyenne. Longueur de l'arc $(\widehat{2,3})$

$$L_1 = \frac{\pi\ (R + e/2)}{2}$$

Si $e > 2$ mm



$R_2 = (R + e/3)$

La longueur développée de la partie cambrée est la longueur de la fibre située au 1/3 de l'épaisseur, vers l'intérieur de la courbe

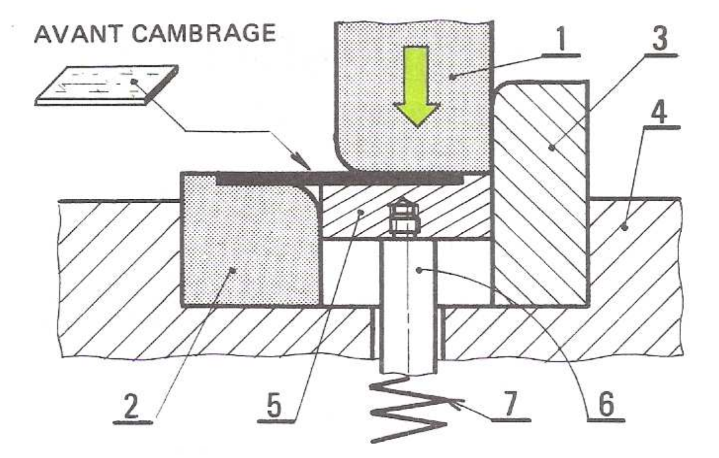
$$L_2 = \frac{\pi\ (R + e/3)}{2}$$

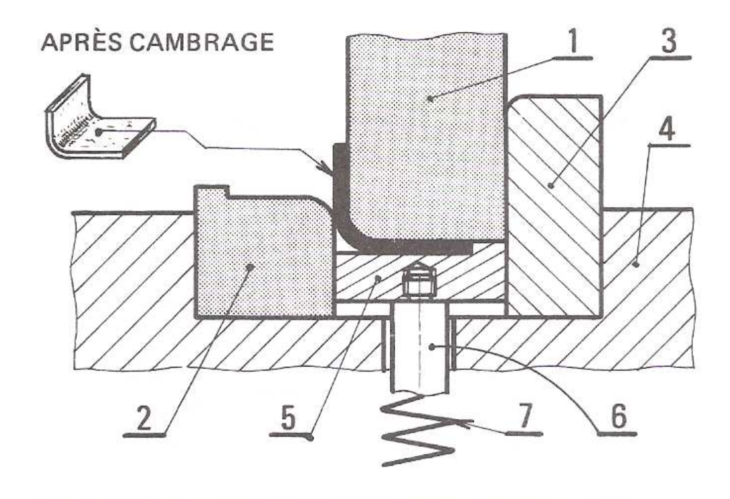
61/03 - CAMBRAGE EN ÉQUERRE

Nomenclature :

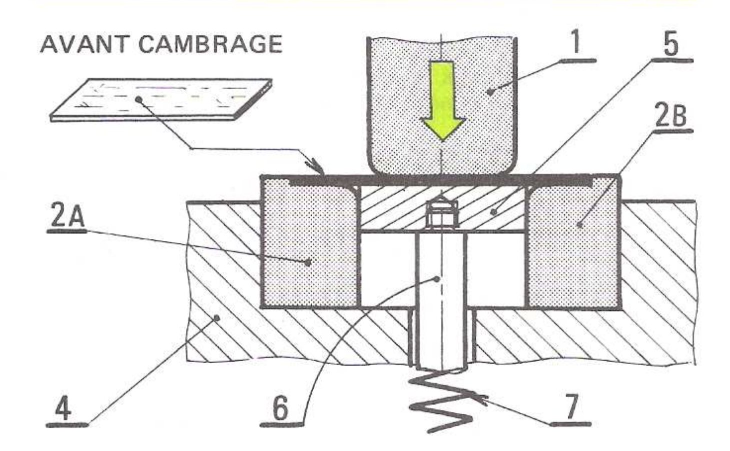
1. Poinçon
2. Matrice
3. Bloc-talon :
   destiné à s'opposer à la poussée latérale supportée par le poinçon au moment de la déformation du flan.
4. Semelle :
   Élément très rigide sur lequel sont assemblés la matrice et le bloc-talon.
5. Fond de matrice :
   - son rôle est primordial, il maintient très fortement le flan contre le poinçon pendant le cambrage de la tôle. Des ressorts (7) agissant sur les chandelles (6) provoquent cet action sur le flan.
   - le fond de matrice éjecte la pièce à la remontée du poinçon.
6. Chandelle : il peut y en avoir plusieurs.
7. Appareil à ressort situé dans la presse

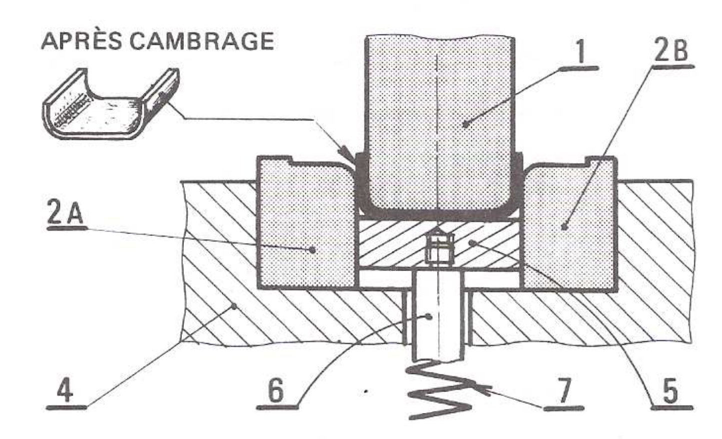
MATÉRIAUX UTILISÉS : Voir 59/12





61/04 - CAMBRAGE EN U





Le mandrin gauche (2A) s'oppose aux efforts de pliage de l'aile droite. Le mandrin droit (2B) s'oppose aux efforts de pliage de l'aile gauche. Ces poussées latérales s'équilibrent.

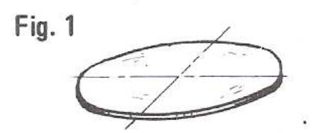
62. L'EMBOUTISSAGE À LA PRESSE

62/01 - PIÈCE EMBOUTIE - NON DÉVELOPPABLE

L'emboutissage permet d'obtenir un volume à partir d'une tôle plane appelée : flan.

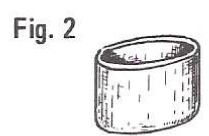
Cette opération provoque dans la matière des déplacements moléculaires définitifs. Le volume obtenu ne peut reprendre sa forme et ses dimensions initiales. Une pièce emboutie n'est donc pas développable.

Fig. 1



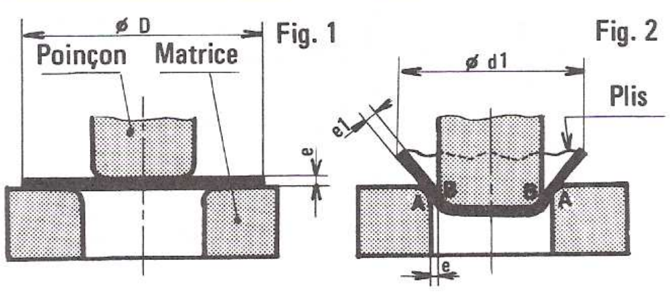
- Flan avant emboutissage

Fig. 2



- Pièce emboutie

62/02 - DÉFORMATION AU COURS DE L'EMBOUTISSAGE

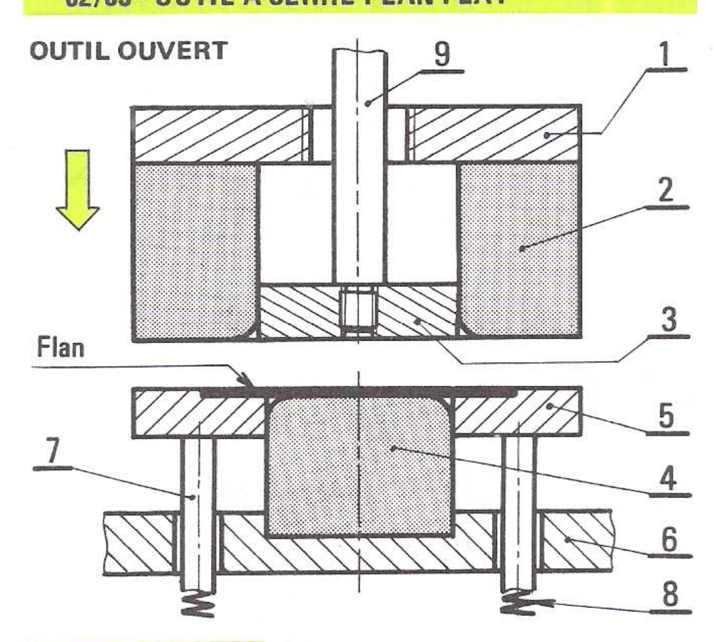


Lorsque le poinçon pénètre dans la matrice (fig.2), le diamètre du flan diminue (d1 $<$ D) ; il s'en suit une augmentation de l'épaisseur (e1 $>$ e) et sur le pourtour, la formation de plis.

Pendant l'emboutissage, il se produit un laminage entre les surfaces A et B qui ramène la tôle à son épaisseur primitive.

62/03 - OUTIL À SERRE-FLAN PLAT

OUTIL OUVERT



Nomenclature :

1. Semelle supérieure
2. Matrice
3. Fond de matrice ou décolleur
4. Poinçon
5. Serre-flan
6. Semelle inférieure
7. Chandelles
8. Appareil à ressort situé dans la presse
9. Tige d'éjection

Fig. 1 :

La matrice (2) descend. Le flan se trouve pincé entre la matrice et le serre-flan (5).

Fig. 2 :

La matrice (2) et le serre-flan (5) descendent.

Pendant l'emboutissage, la matière est laminée entre les surfaces A et B.

La pression exercée par le serre-flan sur le flan doit être suffisante pour empêcher la formation de plis dans la zone C.

Si la pression est trop élevée, le flan glisse difficilement et il y a risque de déchirement de la tôle.

Fig. 3 :

La matrice arrive dans sa position basse. La pièce est emboutie.

La matrice remonte.

- le fond de la matrice (3) éjecte la pièce de la matrice (2).
- le serre-flan (5) en remontant, éjecte la pièce du poinçon (4).

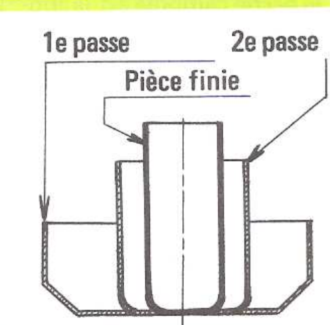
Remarque :

Pour faciliter le glissement, et éviter la rupture de la tôle, il est nécessaire de graisser les flans avant l'emboutissage.

62/04 - EMBOUTISSAGE PROFOND

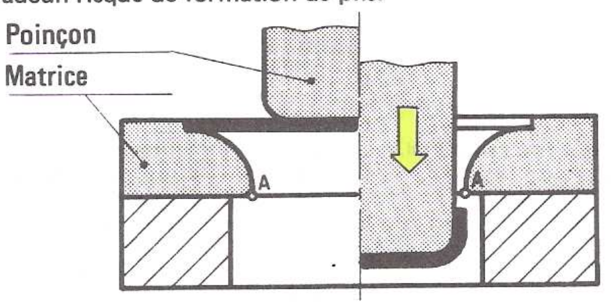
Il n'est pas possible de réaliser en une seule opération un embouti profond. Il est alors nécessaire d'effectuer plusieurs passes intermédiaires.

Entre ces passes, la pièce est recuite, afin d'éliminer les tensions internes produites par l'emboutissage précédent.



62/05 - OUTIL SANS SERRE-FLAN dit «PASSE À TRAVERS»

Cet outil est utilisé lorsque la profondeur de l'embouti est faible par rapport au diamètre du flan. Dans ce cas, il n'y a aucun risque de formation de plis.



L'évacuation de la pièce emboutie se fait par le bas. Après emboutissage, la pièce se détend légèrement et à la remontée du poinçon, elle vient buter contre l'arête (A), sous la matrice. La pièce est alors éjectée du poinçon.

PIÈCES OBTENUES PAR

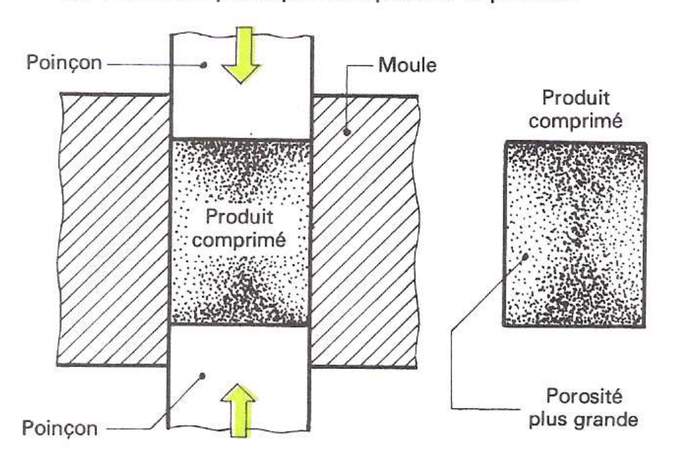
63 - FRITTAGE

63/01 - PRINCIPE DU FRITTAGE

Le frittage permet d'obtenir une pièce à partir d'une poudre métallique comprimée et chauffée au-dessous de sa température de fusion.

La réalisation d'une pièce frittée s'effectue en deux phases.

1. La phase de compression : la poudre ou le mélange de poudres est comprimé à la presse.
2. La phase du frittage : le produit comprimé obtenu est ensuite chauffé dans un four sous vide à une température inférieure à la température de fusion de l'élément principal composant la poudre.



63/02 - REMARQUES

1. Les pièces frittées ont des caractéristiques mécaniques faibles. Pour augmenter leurs qualités, on peut effectuer un calibrage à froid.
2. Les pièces frittées peuvent subir des traitements thermiques ou des traitements de surface.

63/03 - INCONVÉNIENTS DU FRITTAGE

1. Les pièces frittées sont poreuses. Leur masse volumétrique varie de 70 à 90 % de la masse volumique du métal de base. On remédie à cet inconvénient en infiltrant dans les pores des pièces frittées, du métal dont la température de fusion est inférieure à celle du frittage.
2. Dans la partie médiane de la pièce, la porosité est plus grande, les caractéristiques mécaniques sont donc plus faibles.

63/04 - AVANTAGES DU FRITTAGE

1. Pour les pièces complexes, précises, utilisées à l'état brut et fabriquées en grandes séries, le prix de revient est faible.
2. La porosité du bronze fritté permet la fabrication de coussinets autolubrifiants.
   Voir chapitre 19/03.

63/05 – EXEMPLES DE FABRICATIONS

non réalisable | réalisable

moyeux — 7° mini — h — $\frac{h}{e} < 1{,}2$ — e

alésages longs

rotules — 2 mini

cônes — 0,5 mini

leviers

pièces à épaulement

moletage

EXERCICE DE CONTRÔLE N° 1 - JOINT TOURNANT PNEUMATIQUE

Échelle 1

10 9 13 8 (T) 7 6 5 4 3 2 1 11 12 14 A B

SCHÉMA DE PRINCIPE

Arrivée de l'air sous pression

(C) (R)

C : fixe
R : rotation

utilisation

13

2 plats - 54 surplats

14

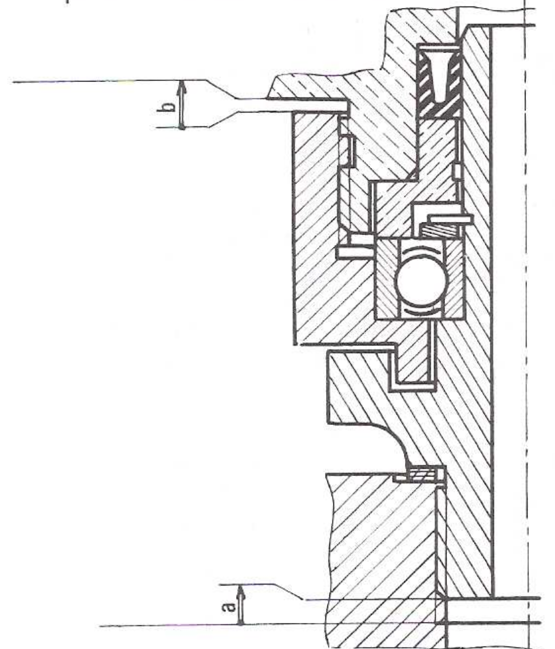
3

1

2 plats - 45 surplats

CHAÎNE DE COTES

⑤ Établir les chaînes de cotes relatives aux conditions (a) et (b). Retrouver les repères sur la vue d'ensemble.



Rep	Nb	Désignation	Matière
14	1	Carter inférieur	C 35
13	1	Carter supérieur	Cu Sn 12 Zn 1
12	1	Rondelle	E 295
11	1	Bague	Cu Sn 8 P
10	1	Raccord	C 35
9	1	Joint	Métallo-caoutchouc
8	1	Joint à lèvres en U	Caoutchouc
7	1	Graisseur hydraulic droit	Série standard
6	1	Vis HC-M4 à téton court	
5	1	Anneau « Truarc E »	
4	1	Roulement à billes	SKF N° 6.000
3	1	Rotor	C 45
2	1	Joint	Métallo-caoutchouc
1	1	Pièce de raccord	E 295

QUESTIONNAIRE

ÉTANCHÉITÉ

Elle est assurée par :

- 1re solution : joint (2) entre (1) et (3).
- 2e solution : joint (8) entre (3) et (13).
- 3e solution : joint (9) entre (10) et (13).
- 4e solution : chicane entre (14) et (3).

① En répondant uniquement par : 1re solution ou 2e... ; laquelle de ces solutions assure :

☐ une étanchéité statique indirecte : . . . .

☐ une étanchéité dynamique indirecte : . . . .

☐ une étanchéité statique directe : . . . .

☐ une étanchéité dynamique directe : . . . .

FORME REPÉRÉE (T)

Voir vue d'ensemble.

② Quelle est la fonction de la forme (T) repérée ?

☐ . . . .

. . . .

. . . .

AJUSTEMENTS

③ Sur la vue d'ensemble sont repérés deux ajustements (A) et (B) concernant le montage du roulement. Étudier le schéma de principe et préciser ensuite si ces ajustements sont avec jeu ou avec serrage. Indiquer la raison de ce choix.

☐ Ajustement (A) Ø 15 : jeu - serrage (*)

Raison : . . . .

. . . .

. . . .

☐ Ajustement (A) Ø 38 : jeu - serrage (*)

Raison : . . . .

. . . .

. . . .

(*) : Rayer la mention inutile.

USINAGES PARTICULIERS

④ Quel est le rôle de l'usinage correspondant :

☐ à « 45 surplats » : . . . .

. . . .

☐ à « 54 surplats » : . . . .

. . . .

CHAÎNES DE COTES

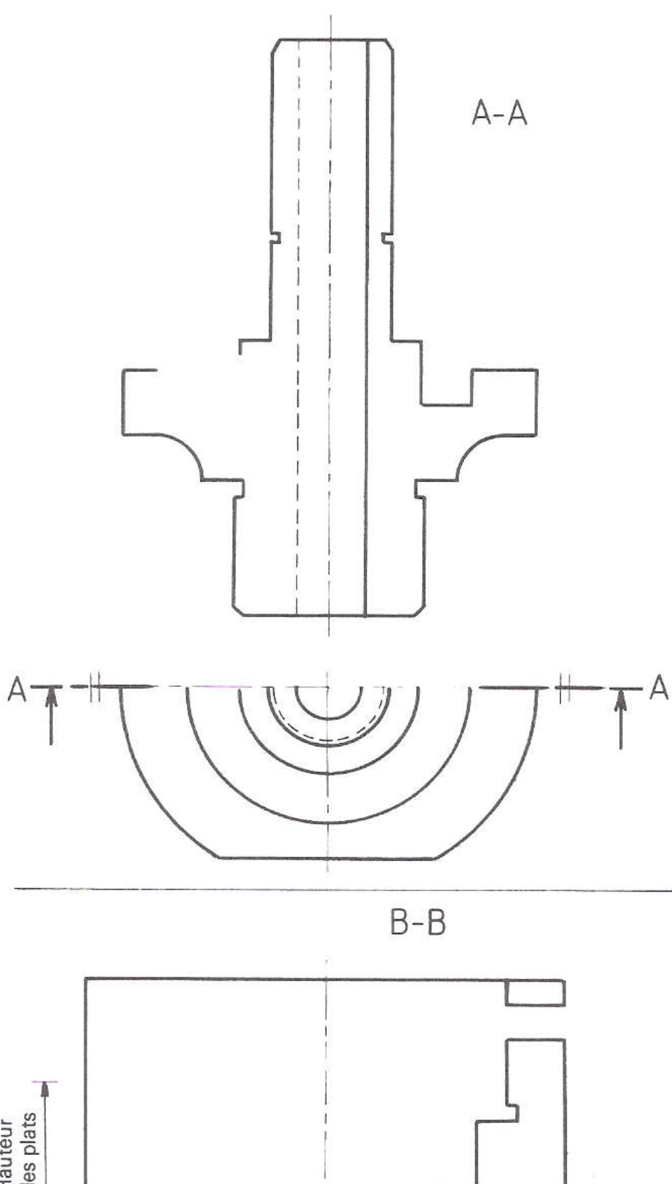
⑤ *Voir page précédente.*

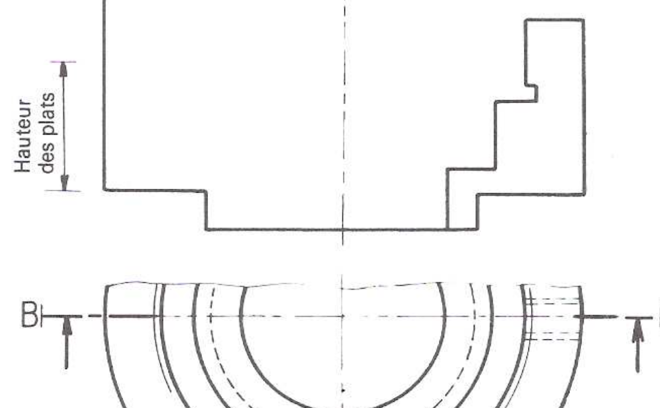
DESSIN - COTATION

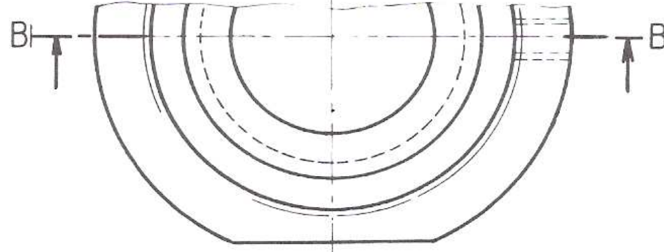
⑥ Compléter au crayon, à main levée :
la vue de face 1/2 vue - 1/2 coupe A-A du rotor (3) et :
la vue de face 1/2 vue - 1/2 coupe B-B du carter inférieur (14).

⑦ • Inscrire les cotes tolérancées des diamètres des portées au roulement (4).
• Inscrire la cote du filetage recevant la pièce (1) ; filetage métrique de diamètre 24.

⑧ Placer le signe de rugosité (Ra = 0,1) sur la surface en contact avec le joint (2).



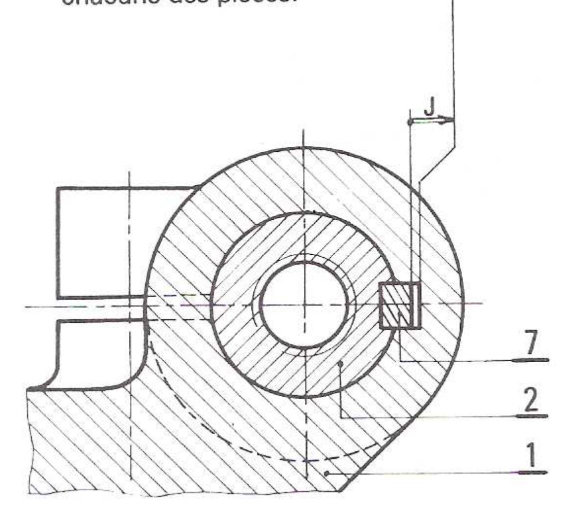


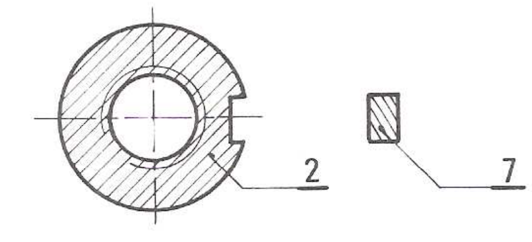


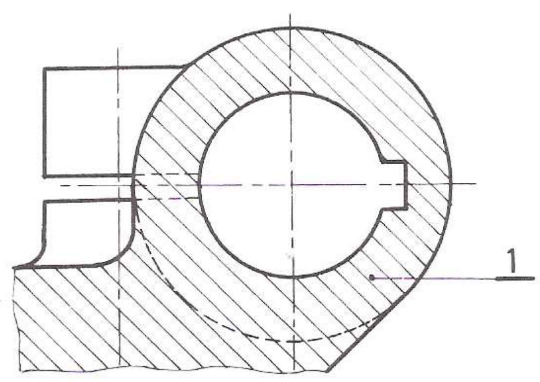
EXERCICE DE CONTRÔLE N° 2 A - BUTÉE MICROMÉTRIQUE

COTATION FONCTIONNELLE

⑯ Établir la chaîne de cotes relative à la condition (jeu J) et reporter ensuite les cotes fonctionnelles obtenues sur le dessin de chacune des pièces.







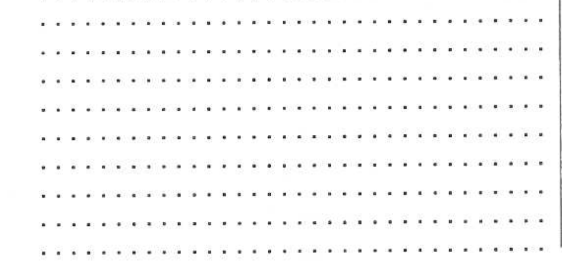
CALCULS DE COTES

⑰ Calculs à effectuer en utilisant la chaîne de cotes établie ci-dessus.
Sachant que les cotes relatives aux différentes pièces sont :

(1) : $33^{+0,20}_{0}$ (7) : $4,5^{0}_{-0,15}$

(2) : $27,5^{0}_{-0,10}$

☐ Calculer le jeu max et le jeu min



Échelle 1 : 1,25

A - A

10 11 13

B B

Table de la machine

B - B

12 2 1 7 3 A T 8 C 4 5 6

Jeu fonctionnel

Détail C

1 9 4

QUESTIONNAIRE

ÉTUDE DE LA BUTÉE MICROMÉTRIQUE

(1) Comment est assurée la mise en position de la butée sur la table de la machine ?

□ ...

(2) Le réglage de cette butée s'effectue en tournant le tambour (5). Quel est alors le mouvement du fourreau (2) ?

□ ...

(3) En déduire l'ajustement entre (1) et (2) ?

□ ...

(4) Quel est le rôle de la clavette (7) dans le système de transformation de mouvement ?

□ ...

(5) Quel est le rôle du trou (T) percé dans la partie droite du corps (1) ?

□ ...

...

...

...

(6) Quelle est la fonction de la vis (8) et de la pastille de plomb (9) ?

□ ...

(7) Pour quelle raison le corps (1) possède-t-il un bossage non utilisé ?

□ ...

...

...

...

(8) Comment s'appelle le système permettant la liaison complète et réglable entre le corps (1) et le fourreau (2) ?

□ ...

(9) Un usinage permet au corps (1) de pouvoir se déformer légèrement pour assurer la liaison définie ci-dessus. Sur quelle machine et avec quel outil est effectué cet usinage ?

□ ...

...

(10) Sachant que M 16X2 désigne le filetage de la partie de la vis qui reçoit le fourreau (2), combien de graduations faudra-t-il graver sur le tambour (5) pour que chaque graduation corresponde à une translation du fourreau de 0,05 mm ?

□ ...

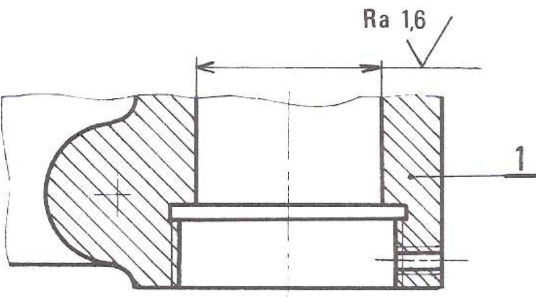
...

...

...

...

SYMBOLE D' ÉTAT DE SURFACE



(11) Sur la surface de l'alésage du corps (1) est portée l'indication de l'état de surface.
Donner la spécification de chaque élément :

□ Ra 1,6 : ...

□ Symbole : ...

: ...

LIAISON VIS - TAMBOUR

(12) L'étude de la liaison entre le tambour (5) et la vis (3) nous montre que le trou (A) dans le tambour est taraudé (voir dessin ci-dessus). Si ce trou était lisse, quelle conséquence fonctionnelle en résulterait-il ?

□ ...

...

...

(13) Quel est le rôle de la fente exécutée à l'extrémité de la vis (3) - voir dessin d'ensemble ?

□ ...

...

...

(14) Quel est le rôle de l'écrou (6) dans la liaison (5/3) ?

□ ...

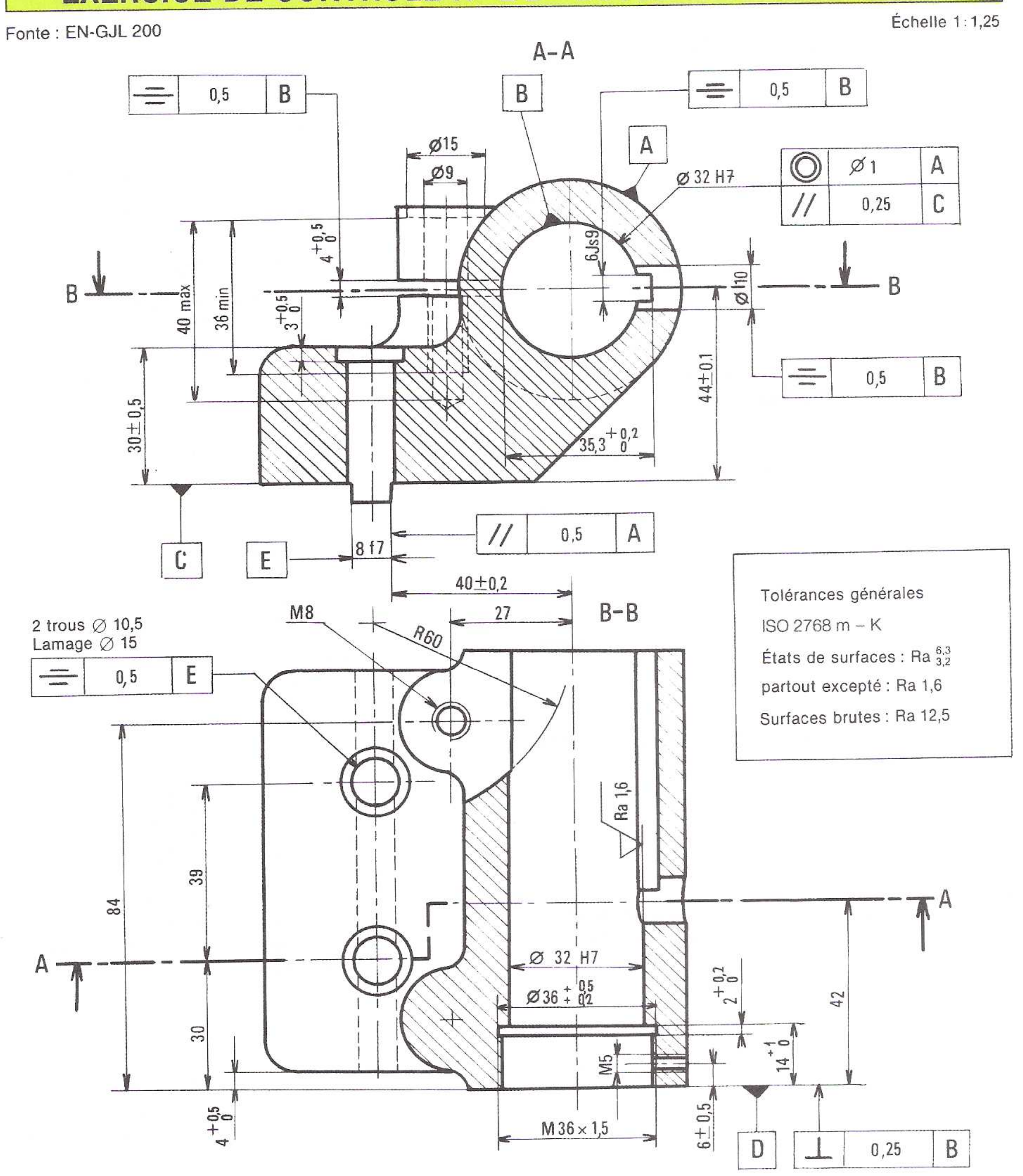
(15) Quel type de clé spéciale est utilisée pour bloquer l'écrou (6) ?

□ ...

EXERCICE DE CONTRÔLE N° 2 B - BUTÉE MICROMÉTRIQUE

Fonte : EN-GJL 200

Échelle 1 : 1,25



NOMENCLATURE DES PHASES

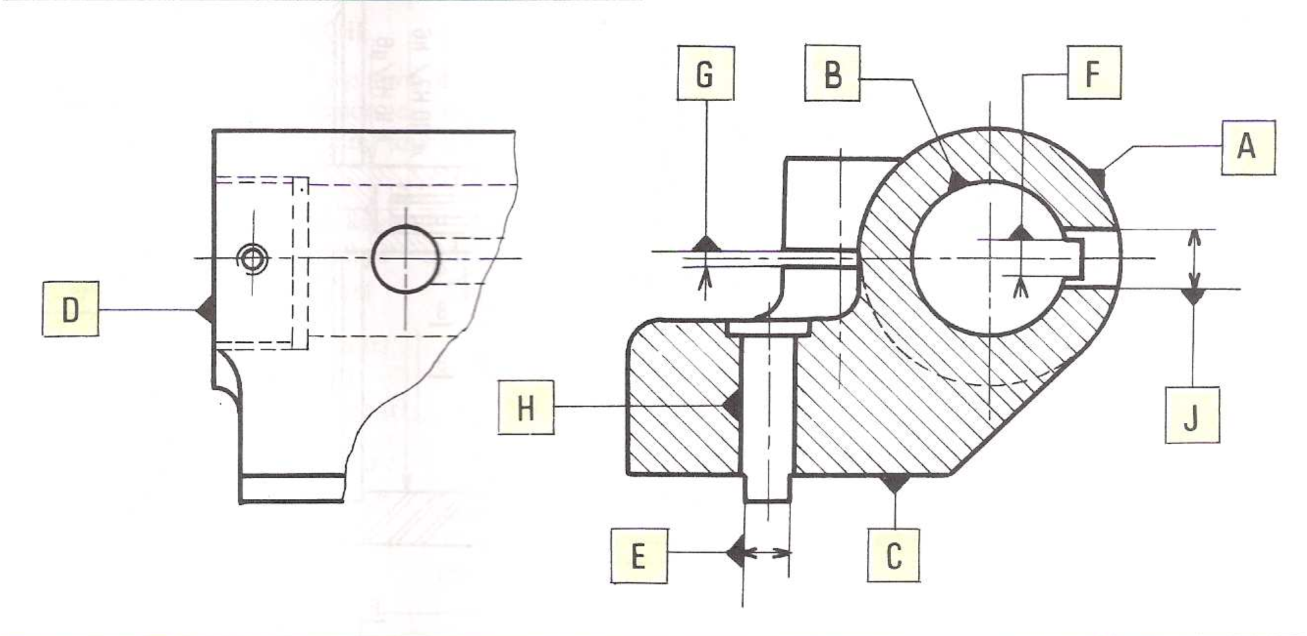
100	Contrôle du brut	
200	FRAISAGE	Surface d'appui (c) Tenon - Largeur 8 f 7
300	TOURNAGE	Ø 32 H 7 plus surfaces associées
400	FRAISAGE	Fente - Largeur 4 - Rayon 60
500	PERÇAGE	510 2 trous Ø 10,5 - Lamage Ø 15 520 Trou Ø 9 - Lamage Ø 15 530 Taraudage M 8 540 Trou Ø 10 débouchant 550 Taraudage M 5
600	MORTAISAGE	Rainure - Largeur 6 Js 9

QUESTIONNAIRE

Exemples de « Nature géométrique » :
Droite - plan - cylindre - cône - sphère...
Remarque : Le repérage de l'une des surfaces latérales associées d'une forme (fente - rainure - languette ou tenon) concerne également sa symétrie.

Étudiez le dessin de définition — page précédente — du corps (1) de la butée micrométrique.

1 - Identifiez ensuite dans le tableau, les surfaces repérées sur le dessin simplifié ci-dessous.
2 - Recherchez sur le dessin de définition les tolérances de forme, d'orientation et de position que vous reporterez dans les cases du tableau. Placez flèches et pieds noircis pour distinguer les éléments tolérancés et les éléments de référence.
3 - Complétez la colonne « Exigences dimensionnelles ».



IDENTIFICATION DES SURFACES				TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES	EXIGENCES DIMENSIONNELLES
Rep.	Nature géométrique	Dimension tolérancée	État de surface		
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					
H					
J					

EXERCICE DE CONTRÔLE N° 3 CYLINDRE ROTATIF PNEUMATIQUE

Échelle 1 : 1,5

A-A

13 14 15 1 2 3 5 6 7 12 10 18 19 17 4 8 9 11 16

⌀ 110 H7/h6

⌀ 16 H7/g6

B

B

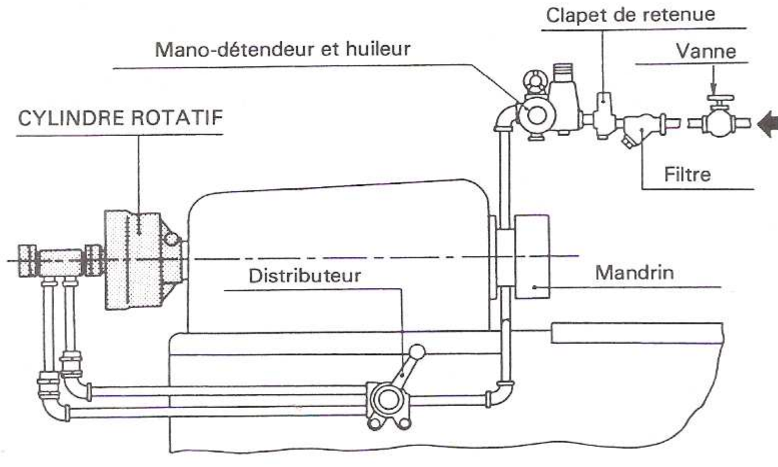
Tige de liaison au mandrin

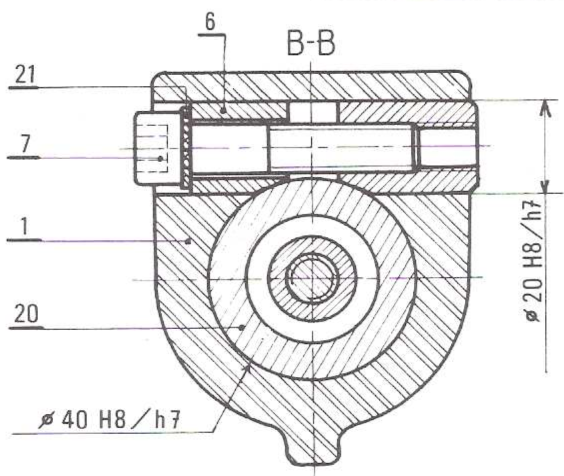
Broche du tour (20)

B A

[Arrivées d'air] comprimé (1 PMa)

SCHÉMA D'UTILISATION ET D'INSTALLATION





Le dessin d'ensemble représente un CYLINDRE ROTATIF PNEUMATIQUE destiné à être monté à l'arrière de la broche (tournante) d'un tour semi-automatique ou d'un tour parallèle équipé pour le travail en série ; cet appareil permet de commander le serrage et le desserrage des mors du mandrin.

DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT

- Le cylindre rotatif est composé d'un corps (1) en alliage léger monté sur la broche du tour à l'aide d'une liaison définie sur la coupe B-B.
- Une tige de liaison vissée à l'extrémité de la tige de piston (4) commande, par l'intermédiaire de rampes inclinées le serrage et le desserrage des mors du mandrin.

1. SERRAGE : l'air comprimé (1 MPa) arrive par l'orifice (B). Le piston se déplace vers la gauche (position du dessin). Le circuit de l'air comprimé est fléché.
2. DESSERRAGE : suppression de la pression en (B), l'air comprimé arrive par l'orifice (A). Le circuit de l'air est coloré.

Rep	Nbr	Désignation	Matière
19	1	Arbre	
18	2	Roulement à billes	
17	1	Corps de distributeur	EN AB-Al Si12
16	4	Frein d'écrou, en tôle, à bord relevé.	
15	1	Joint du piston	Caout.
14	1	Joint plat	Nylon
13	8	Vis CHC M6-20	
12	1	Couvercle	EN AB-Al Si12
11	4	Vis H M5-18	
10	1	Couronne du piston	E 295
9	1	Joint torique	
8	1	Joint torique	
7	1	Vis CHC M10-45	
6	2	Tampon tangent	
5	1	Joint torique	
4	1	Tige du piston	C 45
3	1	Écrou	S 275
2	1	Piston	EN AB-Al Si12
1	1	Corps de cylindre	EN AB-Al Si12

QUESTIONNAIRE

COURSE DU PISTON

① Quelle est la course maxi du piston (2) ?
Relever la cote sur le dessin et tenir compte de l'échelle pour donner le résultat.

□ . . . .

LIAISON CYLINDRE / BROCHE

② Comment s'appelle le système défini sur la coupe B-B, permettant la liaison du corps du cylindre rotatif (1) avec la broche du tour (20) ?

□ . . . .

③ Caractéristiques de cette liaison ?
(entourer les caractères qui conviennent).

□ Liaison (1 – 20) : La liaison est

complète (C) ou partielle ($\overline{C}$)	rigide (r) ou élastique ($\overline{r}$)	démontable (dé) ou non démontable ($\overline{dé}$)

cette liaison est obtenue par :

adhérence (a) ou obstacle ($\overline{a}$)	direct / e (di) ou indirect/e ($\overline{di}$)

FONCTION

④ Quelle est la fonction des pièces (16) ? Cette fonction est-elle assurée par adhérence ou par obstacle ?

□ . . . .

CONCEPTION

⑤ Justifier brièvement l'utilisation de l'alliage léger pour le cylindre rotatif au point de vue fonctionnel ?

□ . . . .

. . . .

. . . .

⑥ Dans la conception du corps (1) du cylindre, quelle est l'utilité des nervures ?

□ . . . .

. . . .

CALCUL DE LA FORCE

⑦ Sachant que la pression de l'air comprimé est de 1MPa, calculer la force qui s'exerce dans le sens de l'axe de la tige (4) sur les rampes inclinées provocant le serrage des mors du mandrin ?

□ . . . .

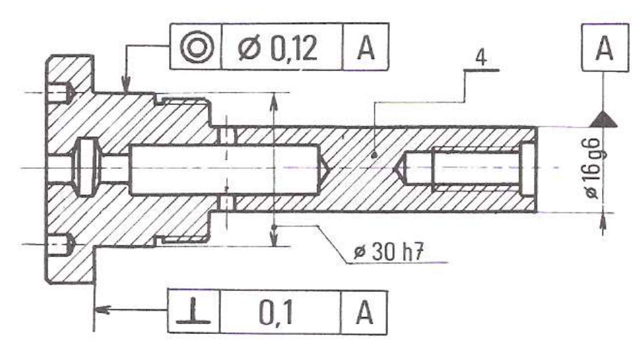
. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES



⑧ Sur le dessin de définition de la tige du piston (4) sont données les spécifications suivantes (ci-dessus). Donner la signification de :

□ Ø 0,12 : . . . .

. . . .

. . . .

□ 0,1 : . . . .

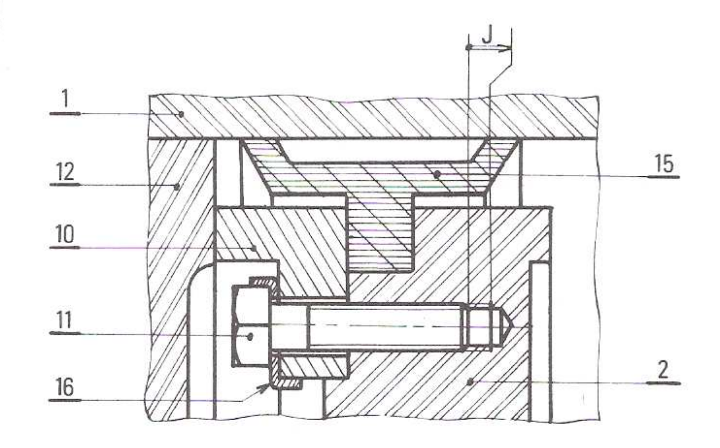
. . . .

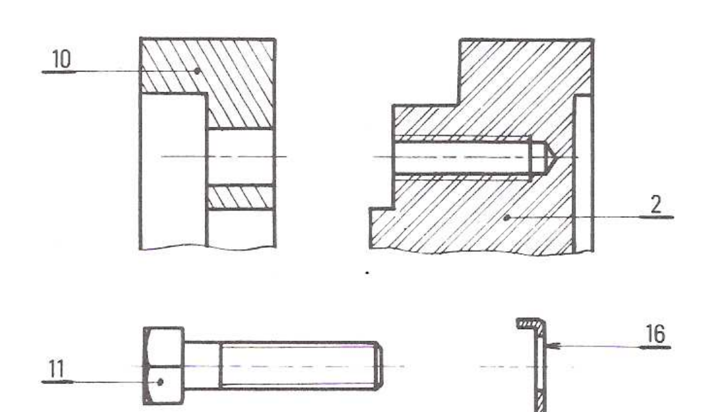
. . . .

COTATION FONCTIONNELLE

⑨ Établir la chaîne de cotes relative à la condition (J). La pièce (15) est compressible :

⑩ Reporter ensuite sur les dessins des pièces les cotes fonctionnelles appartenant à chacune d'elles.





EXERCICE DE CONTRÔLE N° 4 - RENVOI D'ANGLE AVEC LIMITATEUR DE COUPLE

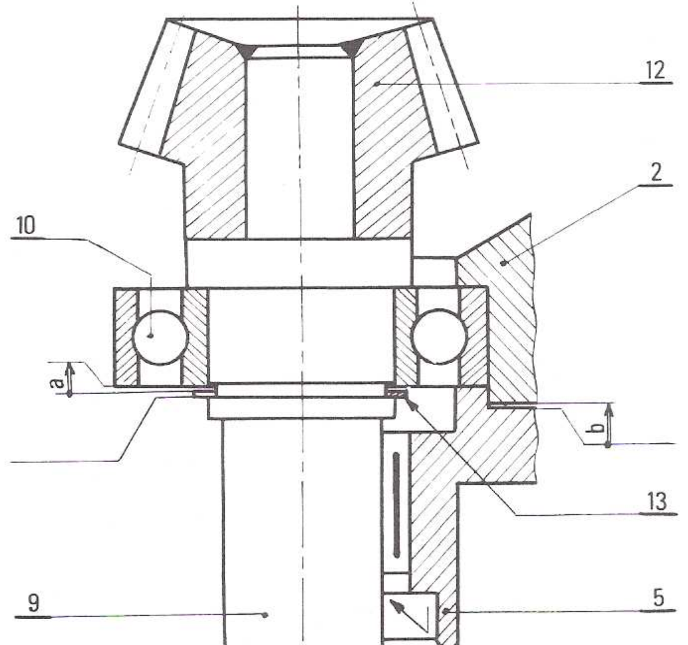
Échelle 1,25 : 1

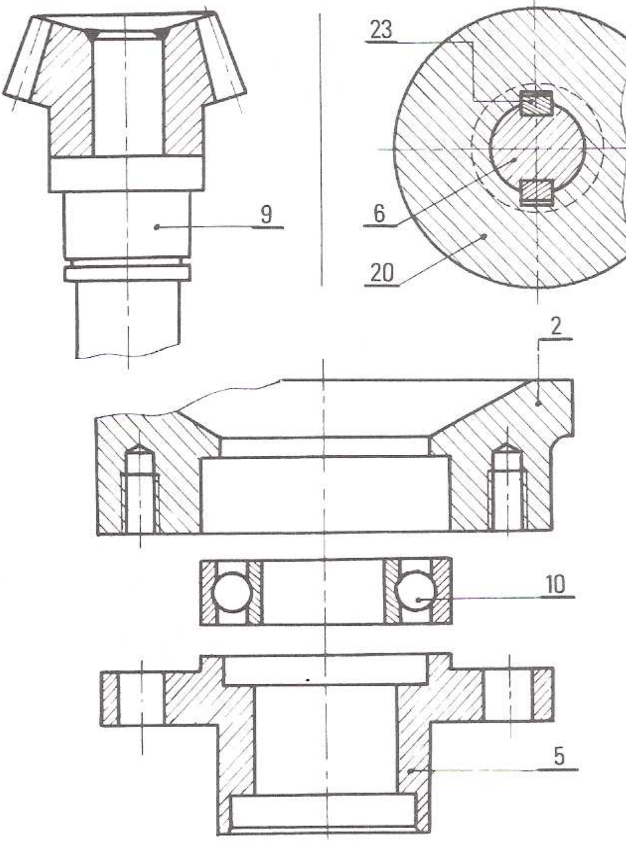
Un volant est monté sur l'arbre (9)

PIGNON (12)	ROUE (15)
16 dents - Module 1,25	48 dents - Module 1,25

CHAÎNES DE CÔTES

(18) Établir les chaînes de cotes relatives aux conditions (a) et (b) et reporter les cotes fonctionnnelles obtenues sur le dessin de chacune des pièces.





QUESTIONNAIRE

LES LIAISONS

① Définir les liaisons cinématiques suivantes (entourer les caractéristiques qui conviennent).

☐ Liaison (1 – 2) : La liaison est

complète (c) ou partielle ($\overline{c}$)	rigide (r) ou élastique ($\overline{r}$)	démontable (dé) ou non démontable ($\overline{dé}$)

☐ Liaison (9 – 12) : La liaison est

complète (c) ou partielle ($\overline{c}$)	rigide (r) ou élastique ($\overline{r}$)	démontable (dé) ou non démontable ($\overline{dé}$)

DÉSIGNATIONS

② Donner la désignation normalisée des éléments repérés ci-dessous :

Rép.	Caractéristiques	Désignations
24	∅ nominal : 8	....
26	∅ nominal : 4 longueur : 16	....
27	∅ nominal : 6 longueur : 35	....

FONCTIONS

③ La pièce repérée (17) est-elle un roulement à billes ou une butée à billes ? Quelle est la fonction de cette pièce ?

☐ ....
....
....

④ Que désigne le repère (11) ?

☐ ....

⑤ Quelle est la fonction de la pièce (14) ?

☐ ....

ÉTUDE DU LIMITEUR DE COUPLE

⑥ Quels sont les éléments qui lient en rotation les pièces (6) et (20) ?

☐ ....

⑦ La liaison en rotation entre (6) et (15) est-elle obtenue par obstacle ou par adhérence ?

☐ ....

⑧ Quels sont les éléments qui créent la force pressante nécessaire ?

☐ ....

⑨ En cours de fonctionnement, que se passe-t-il si l'arbre (6) se trouve accidentellement bloqué ?

☐ ....
....

⑩ Comment peut-on faire varier la valeur limite du couple à transmettre ?

☐ ....
....

⑪ Quelle caractéristique importante doit avoir la garniture (19) ? choix du matériau ?

☐ ....
....

⑫ La garniture (19) doit être collée sur le disque (20) ou sur la roue conique (15). Quel choix feriez-vous et pourquoi ?

☐ ....
....

⑬ En marche normale, quelle est la suite des liaisons en rotation entre (15) et (6) ?

(15)—( )---- ----(6)

ÉTUDE DE L'ENGRENAGE CONIQUE

⑭ Connaissant les caractéristiques du pignon (12) et de la roue (15), calculer la raison de cet engrenage ?

☐ ....

⑮ Sachant que le pas du filet trapézoïdal de la vis (6) est de 3 mm, combien l'axe (9) doit-il faire de tours pour obtenir un déplacement en translation de 12 mm de l'écrou (non représenté) monté sur la vis (6) ?

☐ ....
....

TOLÉRANCES

⑯ Entre la bague (18) et la roue (15), l'ajustement choisi est : 12 H7/m6.

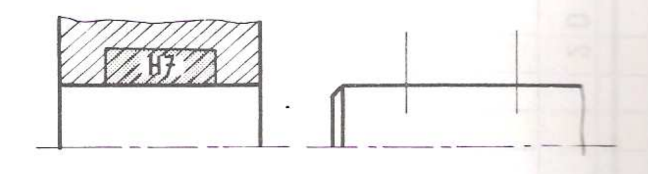
12 H7	+ 0,018 0

12 m 6	+ 0,018 + 0,007

Calculer le jeu max et le serrage max de cet ajustement.

☐ Jeu max = ... = ...
☐ serrage max = ... = ...

⑰ La zone de tolérance H7 pour l'alésage étant représentée, dessiner la zone de tolérance de l'arbre.



⑱ **CHAÎNES DE COTES** - voir page précédente.

Placez une croix dans la case correspondant au chapitre étudié.

RÉPERTOIRE DES

ANNÉE SCOLAIRE	OBJETS TECHNIQUES ÉTUDIÉS	No DESSIN				Liaison encastrement															Liaison		
			1 Les contraintes	2 Cotes tolérancées	3 Les ajustements. Cot. fonctionnelle	4 Vis d'assemblage	5 Boulons	6 Goujons	7 Vis de pression	8 Écrous et rondelles plates	9 Freinage des vis et écrous	10 Goupillage	11 Rivetage	12 Soudure - collage	13 Emmanchement forcé	14 Positionnement centrage	15 Liaison encastrement - caractères	16 Clavetage forcé	17 Clavetage libre	18 Usinage des rainures clavetées	19 Liaison pivot - caractères	20 Paliers - classification	21 Palier fluide
20. . – 20. .																							
20. . – 20. .																							
RÉCAPITULATION																							

ACQUISITIONS

pivot						Liaison glissière			Lubrification		Transmissions de mouvement				Changements de vitesse							Transf. de mouvement			Trans. hydrau. et pneumatiques					
Coussinets	Roulements	Protection des roulements	Articulations cylindriques	Liaison rotule	Liaison élastique	Liaison glissière - caractères	Liaison pivot glissant	Liaison glissière - hélicoïdale	Graissage	Étanchéité	Poulies et courroies	Roues et chaines	Roues de friction	Engrenages	Mécanismes divers	Boites de vitesses	Réducteurs	Variateurs	Accouplements	Embrayages	Freins	Système vis - écrou	Cames	Système bielle - manivelle	Schémas de circuits	Vérins	Distributeurs	Pompes	Compresseurs	DESSIN
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	No

Imprimé en France. - JOUVE, 11, bd de Sébastopol, 75001 PARIS
N° 447061L. - Dépôt légal : Décembre 2007